دراسة بتروغرافية جيوكيميائية للحشوات القاعدية و فوق القاعدية المرافقة للصخور البازلتية القلوية الرباعية لحقل شامة البركاني "جنوب غرب سوريا"

عبد الرحمن السفرجلاني - صبحي نصر❖ - ميخائيل معطي❖❖

قسم الأراضي والمياه - كلية العلوم الزراعية والأغذية – جامعة الملك فيصل
الأحساء - المملكة العربية السعودية
❖ قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة قطر - الدوحة - قطر
❖❖ قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة دمشق - دمشق - الجمهورية العربية السورية

الملخص :

يترافق مع البازلت القلوي العائد لعصري النيوجين والرباعي والمنتشر في الجزء الشمالي الشرقي لحقل شامة البركاني (جنوب غرب سوريا) كمية كبيرة من الحشوات ذات التراكيب القاعدية وفوق القاعدية (Xenoliths) إضافة للبلورات الفلزية النامية الكبيرة (Megacrysts) ، و تعود أهمية دراسة هذه الحشوات أنها تسهم في معرفة طبيعة ليتوسفير الجزء الشمالي للصفيحة العربية (سوريا).

أظهرت الدراسة البتروغرافية و الجيوكيميائية للحشوات تنوعاً بترولوجياً كبيراً أظهر معه شروط توازن لأوساط تشكل متباينة تعود إما للجزء السفلي من القشرة الأرضية أو للجزء العلوي من المعطف الأرضي، كما دلت دراسة المجموع الفلزي للحشوات وكذلك اختبار بعض الجيوتيرموباروميترات على شروط توازن لحشوات الجزء العلوي من المعطف الأرضي الليرزوليتية و البيروكسينيتية والتي تتروح بين ١٣,٥ -١٤,٥ كيلوبار للضغط و ٩٥٠ -١٠٦٠ م^{o} للحرارة ، أما شروط تشكل حشوات الجزء السفلي للقشرة الأرضية الغابروئيدية فتتروح بين ٦ - ٨ كيلو بار للضغط و ٨٥٠ -٩٢٠م^{o} للحرارة .

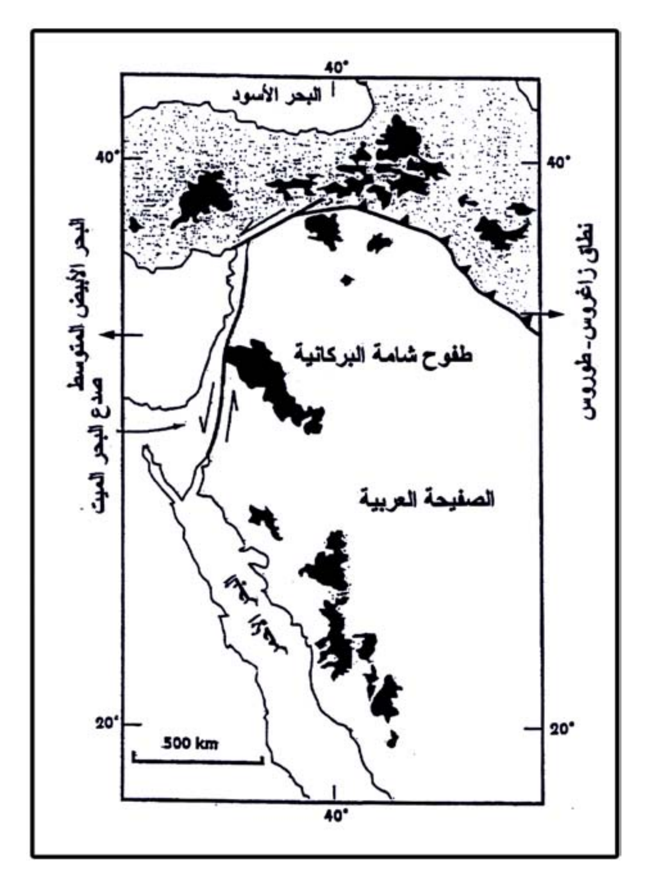
مقدمـة و هـدف البحـث :

تعتبر دراسـة الحشـوات المتشـكلة في الجـزء السـفلي للقشـرة الأرضـية و الجـزء العلوي من المعطف الأرضي من المواضيع الهامة التي شغلت الكثير من العلماء والباحثين وأصبحت موضع اهتمامهم بسبب مساهمة هذه الحشوات في تقديم صورة واضحة حول طبيعـة أسـفل القشـرة الأرضـية والمعطـف العلـوي ، حيـث قـدمت الدراسـة الدقيقـة البتروغرافيـة - الجيوكيميائيـة و البترولوجيـة للحشـوات معلومـات هامـة حـول طبيعـة الليتوسفير و شكل تطور المادة المهلية البازلتية التركيب المتشـكلة في المعطف ، كما يمكن أن تقدم أدلة حقيقية مباشرة لتركيب الجزء السفلي للقشرة الأرضية وللجزء العلوي للمعطف الأرضي . إن معرفة مجمل هـذه التراكيب هـو أمـر ضـروري لفهـم الظواهر و البنيات الجيولوجية ذات المقياس الإقليمي الكبير.

تمتـد الانسـكابات و الصـبات البركانيـة البازلتيـة القلويـة التركيـب الثلاثيـة والرباعيـة العمـر (Harrats) الحـرات في الصـفيحة العربيـة مسـافة ٢٨٠٠ كـم (McGuire,1988 a ; b) من اليمن جنوباً عبر المملكة العربية السعودية فالأردن ثم سـوريا وتركيـا شمـالاً (شـكل – ١) ، هـذا و يـرتبط النشـاط البركـاني في المنطقـة بحركـة الصـفيحة العربيـة الـتي تسـببت بتشـكل الانهـدامات الإقليميـة لا سـيما انهـدام البحـر الأحمر والصدع التحولي المشرقي الممتد من خليج العقبة جنوباً حتى جبال الأمانوس شمالاً (Dutria and Girod,1987).

تحتل الانسـكابات البركانيـة البازلتيـة القلويـة مسـاحة تقـارب الـ ١٨٠٠٠٠كم[٢] (Coleman et al.1983) ، و يعتبر إقليم حـرات الشـام المتمركـز في الجـزء الشـمالي الغربي للصفيحة العربيـة مـن أكبر الاندفاعات البركانيـة القلويـة انتشـارا والممتـد مـن جنـوب غـرب سـوريا (مـنخفض جبـل العـرب) عـبر الأردن (منطقـة الأزرق) حتـى (وادي سـرحان) في شمـال غـرب المملكـة العربيـة السـعودية ، وتبلـغ مسـاحته حـوالي الـ

٥٠٠٠٠كم^{٢} . هذا و يعتبر منخفض جبل العرب الجزء الأهم لهذا الإقليم ومنطقة تراكم رئيسة للانسكابات البازلتية حيث تتراوح سماكتها في الجزء المركزي من المنخفض بين ١ -١,٥كم. كما وتقدر البراكين التي ساهمت في تشكيل هذه التوضعات البازلتية بأربعمائة بركان (Ponikarov,1962) تنتشر على طول كسور فالقية عميقة ذات اتجاه شمال غرب – جنوب شرق (Quennell,1996).



شكل (١) : يبين توزع أهم الانسكابات و الصبات البركانية السينوزوية في الصفيحة العربية ، مأخوذة من (Medaris and Syada,1999).

بين (Camp and Roobol,1992) أن بداية النشاط البركاني في منطقة جبل العرب تعود إلى ٣٢ مليون سنة أي للعصر الميوسيني الأوسط والذي استمر حتى بداية التأريخ الإنساني الحالي، كما بينت بعض الدراسات مثل: ; (Camp et al.,1991) (McGuire,1988 a ; b) أن أغلب الانسكابات البركانية البازلتية تدفقت خلال العشرة ملايين سنة الأخيرة.

أشارت عمليات المسح الجيولوجي للانسكابات البركانية البازلتية القلوية التركيب المنتشرة ضمن الصفيحة العربية إلى ترافق عدد كبير من براكينها مع الحشوات و الميغاكريست (Nasir and Al-Fuqha, 1988); (McGuire, 1988a;b); (Abu Al-Jarayesh *et al.*, 1993); (Coleman *et al.* 1983); (Nasir and Safarjalani, 2000); (Nasir and Safarjalani, 1995); (Nasir *et al.*, 1992) قام عدد من الباحثين بدراسة مفصلة للحشوات المرافقة للصخور البازلتية المنتشرة في المملكة العربية السعودية والأردن (McGuire,1988 a; b) ; (Nasir,1990 ;1992;1994;1995) ; (Henjes- Knust et al.,1990) (Nasir et al.,1993) ; (Nasir and Mahmood,1991). في حين أنه لم يكن هناك إلا دراسات محدودة في سوريا نذكر منها: ; (Medaris and Syada,1998;1999) (Safarjalani and Nasir,1996) ; (Syada et al.,1996) ; (Snyder et al.,1995) ; (Turkmani et al.,1996).

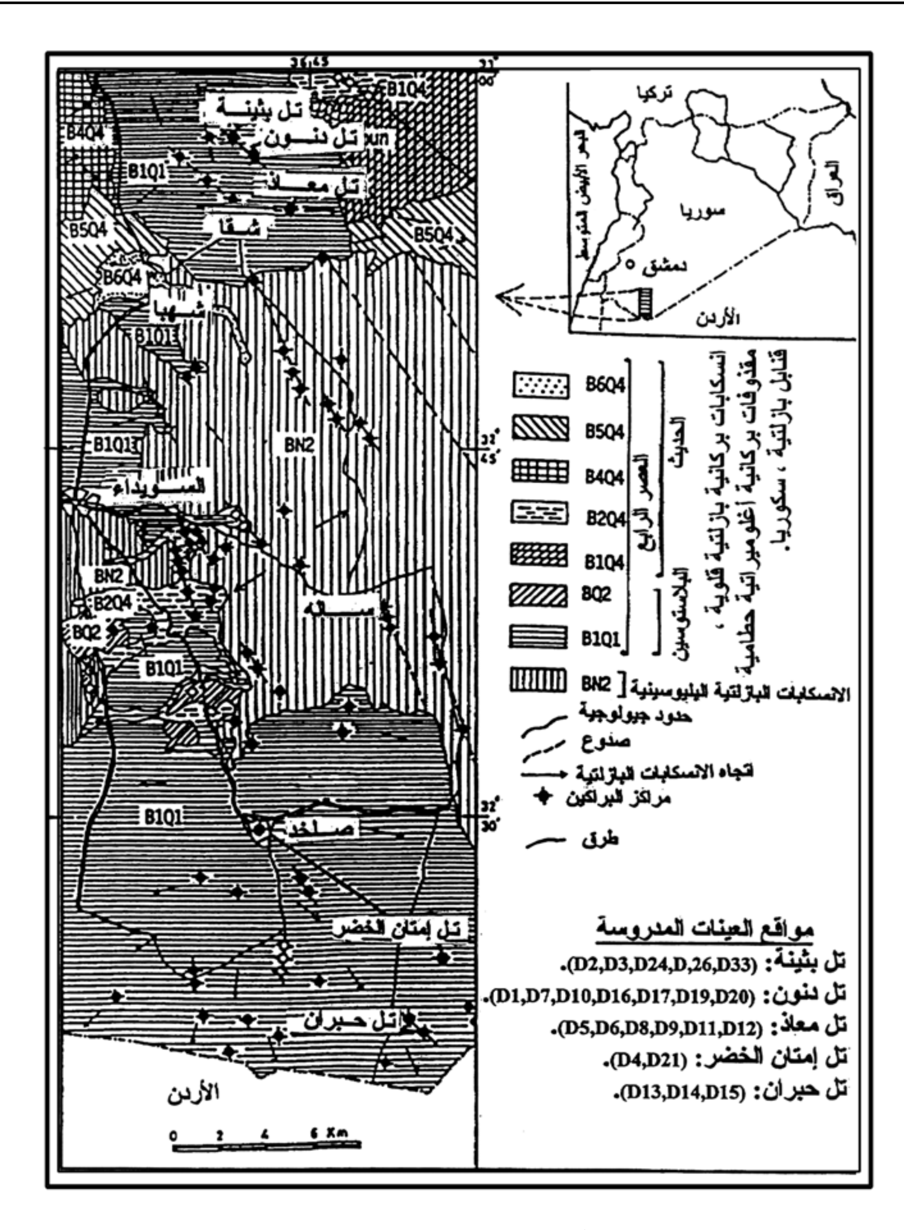
حددت عمليات المسح الجيولوجي لمنطقة جبل العرب ; (Syada et al.,1996) (Turkmani et al.,1996) ثلاثة و عشرون موقعاً بركانياً يحتوي على تنوعاً كبيرًا من الحشوات المقتلعة من الجزء السفلي من القشرة أو من الجزء العلوي للمعطف الأرضي والميغاكريست مثل:" تل دنون - تل بثينة - تل فأرة - تل معاذ - تل الخالدية - تل الأشاعر - تل خنفة - تل قليب - تل العراجي - تل أحمر - صلخد – تل خضر إمتان - تل العجيلات - تل حبران". و يتواجد أغلبها برفقة الصخور البازلتية القلوية حديثة العمر< ٥ مليون سنة (Medaris and Syada,1999).

تمثل هذه الورقة نتائج الدراسة البتروغرافية و الجيوكيميائية لمجموعة من الحشوات المتشكلة في الجزء السفلي للقشرة الأرضية وتلك المتشكلة في الجزء العلوي من المعطف الأرضي والمرافقة للبازلت القلوي العائد للعصر الرباعي والمتكشف في كل من تل دنون، تل بثينة، تل معاذ، تل خضر إمتان و تل حبران من المنطقة الجنوبية الغربية لسوريا (شكل -٢).

جيولوجية المنطقة :

تقع سوريا في الجزء الشمالي الغربي للصفيحة العربية و تقسم إلى مجموعة من الوحدات البنيوية - التكتونية الرئيسة التالية: يقع في الجزء الجنوبي الغربي لسوريا منخفض جبل العرب الذي يمتلئ ببازلت النيوجين والرباعي و في الشمال نجد نهوض هضبة حلب وفي الجنوب الشرقي نهوض الرطبة و في أواسط البلاد يمكن تمييز حزام الطي التدمري وفي الشمال الشرقي منخفض الفرات بينما يتواجد حزام الطي التدمري الإنغراسي ضمن القاري محشوراً بين نهوض هضبة حلب في الشمال ونهوض الرطبة في الجنوب متحداً مع نظام فالق البحر الميت في الاتجاه الجنوبي الغربي و ينتهي قرب منخفض الفرات في الاتجاه الشمالي الشرقي (Seber et al.1993).

تم تقسيم بازلت الجزء الجنوبي لسورية إلى أربعة وحدات بركانية منفصلة: ميوسينيه - بليوسينيه و رباعية مع أنها لا تختلف كثيراً في الخصائص البتروكيميائية و البتروغرافية (Ponikarov,1962)، هذا و تغطي الانسكابات البازلتية كل من الصخور الرسوبية الكريتاسية - الثلاثية و الرباعية (Mouty et al.,1992) .



شكل ٢ : خارطة جيولوجية تبين مواقع العينات المدروسة

يرجع كل من (Poinkarov,1967); (Barberi et al.,1980); (Camp and Roobol, 1989)الحدث البركاني في سوريا غالباً إلى طورين كما هو الحال تماماً لمظاهر البركنة المشاهدة في باقي أجزاء المنطقة مثل الأردن ، فلسطين ، و المملكة العربية السعودية . يمتد الطور الأول في الفترة الواقعة بين ٢٤ -١٦ مليون سنة، بينما يمتد الطور الثاني بين ٠,٤ - ٨ مليون سنة (Capan et al.,1987).

تترافق معظم الصبات الثلاثية والرباعية مع تنوع كبير ومتباين من الحشوات ذات التركيب القاعدي وفوق القاعدي والتي تعود بتشكلها إما إلى الجزء العلوي من المعطف أو للجزء السفلي للقشرة الأرضية (Turkmani et al.,1996) وتمثل الصخور المهلية المضيفة لهذه الحشوات صخوراً بازلتية أوليفينية إلى بازلتية قلوية الطبيعة (Mouty, et al.,1992).

المواد و طرائق البحث:

تم جمع ١٥٠ عينة حشوة اشتملت على ١٢٠ حشوة فوق قاعدية ليرزوليتية بيروكسينيتية التركيب و ٣٠ حشوة قاعدية غابروئيدية التركيب من المواقع البركانية الخمسة المدروسة (شكل – ٢) ، اختير منها ٢٣ حشوة غير متحللة أو متأكسدة (طازجة) خصصت للدراستين البتروغرافية و الجيوكيميائية.
أنجزت الدراسة البتروغرافية باستخدام المجهر الاستقطابي الموصول مباشرة بجهاز التعداد الفلزي المخصص لحساب التركيب الفلزي الحقيقي (Modal analyses) وذلك باتباع طريقة العد النقطي"تم تحديد المسافة بين نقطة و أخرى حسب الأبعاد الوسطية للحبيبات الفلزية لكل عينة".

تم تحليل المكونات الفلزية الرئيسة بتقنية مجهر المسح الإلكتروني (الميكروبروب - نوع SU-30) وباستخدام طريقة الموجات الطولية المشتتة (في قسم الأراضي و علوم البيئة التابع لجامعة اليرموك – الأردن)، بلغ زمن التحليل الكلي ١٠ثانية لكل قياس

نقطي باستعمال تيار كهربائي توتره ١٨ كيلوفولط وشدته ١٠ نانوأمبير ، كما أجريت على كافة نتائج التحليل تصحيحات وذلك باستخدام برنامج (ZAF) ، تمثل كل نتيجة تحليل متوسط ثلاثة نتائج قياس تحليل نقطية على الأقل.

تم تحديد المحتوى الكلي للحشوات من العناصر الكيميائية الرئيسة و الشحيحة بواسطة تقنية جهاز الأشعة السينية (XRF) باستثناء عنصر Na فقد تم تقديره بواسطة جهاز الامتصاص الذري (AAS) . حددت نسبة بعض العناصر النادرة بواسطة جهاز مقياس الكتلة الذري يعمل بواسطة البلازما المحرضة (ARL - 3410, ICP - MS) التابع لهيئة الموارد الطبيعية في الأردن. تم تحليل ثلاث عينات معيارية مرجعية أخذت من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية من أجل التأكد من نتائج التحليل ، وقد تراوحت دقة التحليل للعناصر الكيميائية الرئيسة و الشحيحة بين ٦ -٤ ٪.

الدراسة البتروغرافية للحشوات :

تتواجد الحشوات الصخرية القاعدية و فوق القاعدية في أغلب الأطوار البركانية خاصة الأغلوميراتية منها و تنتشر على جوانب القمم و التلال البركانية ومنحدراتها وتأخذ معظم الحشوات أشكالاً شبه كروية إلى بيضاوية متطاولة ، زاوية مسطحة أو غير منتظمة ، متآكلة الحواف غالباً و تتروح أقطارها بين ٢ - ٣٠ سم. لوحظ وجود علاقة بين أبعاد مقاييس الحشوات و درجة تفاضلها ، فالحشوات الليرزوليتية هي الأكبر وتصل أقطارها إلى ٢٥ سم بينما لا تزيد أبعاد الحشوات البيروكسينيتية عن ٨ سم .

تشاهد الحشوات حرة سائبة أو مغلفة بطبقة رقيقة من البازلت ، أو تشكل أحياناً نوى للقنابل البازلتية . تتميز الحشوات عموما بنسيج كتلي إلا أنها تبدي تنوعاً وتبايناً في بنياتها فبعضها يتميز ببنية نارية أولية أو متساوية الحبيبية والأخر يتميز ببنية بورفيرية إلى بورفيروكلاستية. تمثل الحشوات المنتشرة في المنطقة أنواعاً متباينة ،

قُسِّمت اعتمادا على محتواها الفلزي أو بنيتها و نسيجها إلى خمسة مجموعات رئيسة هي:

- مجموعة الديوبسيد الكرومي الليرزوليتي : حسب تصنيف (Wilshair and Shervais,1975) و تقابل المجموعة I حسب (Frey and Prinz,1978) ، تتراوح نسبة تواجد حشوات هذه المجموعة بين ٦٥ – ٧٠٪ ، يحتوي معظمها على فلز الفلوغوبيت أولي أو ثانوي التشكل مع أو بدون ترافق لفلز الهورنبلند وتتميز ببنية بروتوغرانوليرية (حبيبي أولي) إلى إيكوغرانوليرية. تتألف حشوات هذه المجموعة من الفلزات الرئيسة التالية : أوليفين - كلينوبيروكسين - أورثو بيروكسين - سبينيل بني (بيكوتيت) و ينتمي إليها الدونيت ، الليرزوليت ، الهارتزبورجيت و الويرليت.
- مجموعة الأوجيت الألوميني - التيتاني : حسب تصنيف (Wilshair and Shervais,1975) و تقابل المجموعة II حسب (Frey and Prinz,1978) ، تتغير نسبة تواجد حشوات هذه المجموعة بالنسبة للمجموعات الأخرى وتشكل وسطياً نسبة ٢٥٪ . ينتمي لهذه المجموعة حشوات الوبيستريت و البيروكسينيت وتتميز عادة بترافقها مع فلز السبينيل الأسود أو الأخضر (الهرسينيت) وأحياناً فلز الغارنت.
- مجموعة الميتابيروكسينيت : ينتمي إلى هذه المجموعة الحشوات من نوع سبينيل بيروكسينيت و الغارنت بيروكسينيت و تتميز هذه المجموعة عادة بنسيج اندفاعي ، تحتوي على فلز السبينيل كما تتميز بوجود ظواهر فجوات انحلالية لفلز الغارنت أو بعمليات انحلال فلز الأورثوبيروكسين ضمن فلز الكلينوبيروكسين وتشكيل شرائط انحلال .
- مجموعة البلورات الكبيرة (الميغاكريست) : تتميز هذه المجموعة غالباً بافتقارها للكروم و تضم كل من فلز الغارنت من نوع البيروب، الأوجيت، الكيرسوتيت، الإيلمينيت، السبينيل والأوليفين.

- مجموعــة حشــوات أســفل القشــرة : تضــم هــذه المجموعــة حشــوات الغرانوليــت البيروكسيني و حشوات مجموعة الغابرو و الدولوريت ، تتراوح نسبة تواجد حشوات هذه المجموعة بين ٥ -٨٪.

يـبين الجـدول (١) المحتـوى الفلـزي الحقيقـي للعينـات المدروسـة ، ويظهـر أن هـذه العينـات تعـود لثلاثـة أنمـاط حشـوية متباينـة مـن حيـث التركيـب الفلـزي والطبيعـة والخصائص و التي تعكس ظروف منشئيه مختلفة.

بتروغرافيـا حشـوات المعطـف العلـوي (حشـوات البيريـدوتيت السـبينيلي و حشـوات البيروكسينيت):

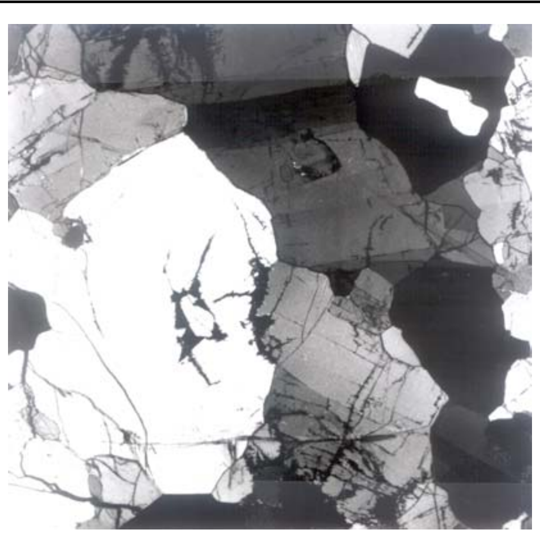
تتميز حشوات البيريدوتيت السبينيلي ببنيات أولية بروتوغرانولارية و أحياناً نارية أولية أو متساوية الحبيبية (شكل - ٣و ٤) ، بينما تمتلك الحشوات البيروكسينيتية نوعين من البنيات هما : البورفيروكلاستية و هي الأكثر شيوعاً و تبدي فيها جميع الحبيبات الفلزية تشوهات بدرجات متفاوتة و البنية الغرانولارية الحبيبية و هي الأقل انتشاراً (شكل -٥). تتألف حشوات المعطف العلوي بشكل رئيس من الفلزات الرئيسة التاليـة: الأولـيفين ، الكلينـو بيروكسـين (البيروكسـين المائـل) و الأورثوبيروكسـين (البيروكسين المستقيم) إضافة إلى السبينيل والفلوغوبيت والهورنبلند كفلزات ثانوية.

جدول (١)

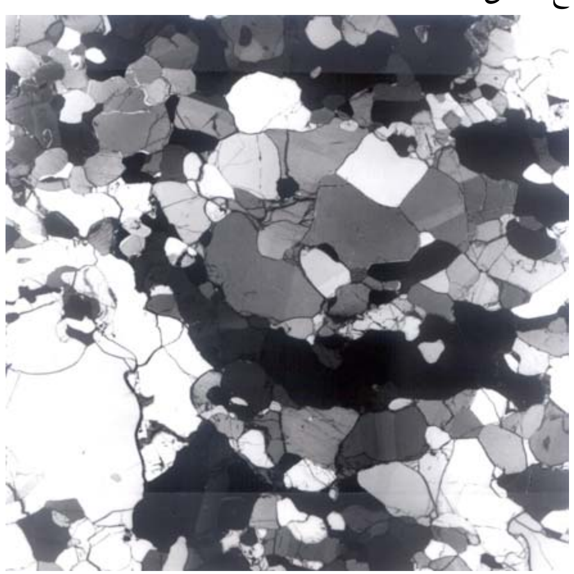
التركيب الفلزي العياري للحشوات الصخرية القاعدية وفوق القاعدية المدروسة

Samp	Loca.	Typ.	Texture	Oli.	CPx.	Opx.	Spl.	Gar.	Plag.	Phl.+hbl	Mag.
D01	تل دنون	Pyx.	Porph.	28	60	08	02	02	-	+	+
D02	تل بثينة	Pyx.	Porph.	35	55	06	+	04	-	+	+
D03	تل بثينة	Pyx.	Porph.	16	67	03	10	+	-	04	+
D04	تل امتان	Pyx.	Porph.	26	69	02	+	+	-	03	+
D05	تل معاذ	Pyx.	Igneo.	40	54	03	+	03	-	+	+
D06	تل معاذ	Pyx.	Igneo.	30	55	10	+	03	-	+	02
D07	تل دنون	Pyx.	Porph.	65	24	05	04	+	-	+	+
D11	تل معاذ	Pyx.	Porph.	43	50	05	02	+	-	02	+
D12	تل معاذ	Pyx.	Porph.	32	58	06	02	-	-	-	02
D08	تل معاذ	Lhz.	Equig.	65	06	26	03	-	-	-	+
D09	تل معاذ	Lhz.	Equig.	68	05	25	02	-	-	-	+
D10	تل دنون	Lhz.	Equig.	55	13	28	04	-	-	-	+
D13	تل حبران	Lhz.	Protog.	55	17	18	02	-	-	06	02
D14	تل حبران	Lhz.	Protog.	58	20	18	03	-	-	+	01
D15	تل حبران	Lhz.	Protog.	50	25	20	05	-	-	-	+
D16	تل دنون	Lhz.	Protog.	55	18	18	04	-	-	02	03
D17	تل دنون	Lhz.	Protog.	54	06	37	02	-	-	01	+
D21	تل امتان	Lhz.	Protog.	66	14	13	03	-	-	02	02
D19	تل دنون	Lcx.	Equig.	-	40	17	-	-	40	+	03
D20	تل دنون	Lcx.	Equig.	-	40	15	+	-	42	+	03
D24	تل بثينة	Lcx.	Equig.	-	30	12	+	-	55	+	03
D26	تل بثينة	Lcx.	Equig.	-	15	20	-	-	60	+	05
D33	تل بثينة	Lcx.	Equig.	-	35	15	+	-	48	+	02

Samp. : العينة، Loca : الموقع، Typ. : المجموعة، Pyx.: حشوات البيروكسينيت، Lhz.: حشوات الليرزوليت، Lcx.: حشوات أسفل القشرة الأرضية ، Oli. : أوليفين ، CPx. : كلينوبيروكسين ، Opx.: أورثوبيروكسين ، Spl. : سبينيل ، Gar. : غارنت ، Phl. : فلوغوبيت، Hbl. : هورنبلند ، Mag. : ماغنيتيت ، Text.: النسيج ، (+) <٠,٣٪



شكل ٣ : حشوة ليرزوليت سبينيلي ، بنية متساوية الحبيبية ، عينة D-9 ، تكبير X8 ، مع محلل(+).



شكل ٤ : حشوة ليرزوليت سبينيلي ، بنية متساوية الحبيبية ، عينة D-10 ، تكبير X8 ، مع محلل(+)

يظهر فلز الأوليفين في حشوات البيريدوتيت السبينيلي على شكل بلورات وجهيه إلى تحت وجهيه قليل الفساد و تتراوح أقطار حبيباته بين 2-5 مم و نسبته بين ٥٤ - ٦٨٪ ويشكل وسطياً ٥٨٪ كما تتراوح نسبة الفورستريت به بين ٨٥ - ٩٢٪ ، تتناقص نسبة تواجد الأوليفين في الحشوات البيروكسينيتية حيث تتراوح بين ١٦ - ٦٥٪ ويشكل وسطياً ٣٥٪ كما أن نسبة الفورستريت تتراوح به بين ٧٤ - ٩٠٪ .

تتباين نسب تواجد كل من فلزي الكلينو بيروكسين و الأورثوبيروكسين وذلك تبعاً للنمط البترولوجي للحشوة وبشكل عام تتواجد حبيبات فلز الكلينو بيروكسين الخضراء الباهته على هيئة بلورات تحت وجهية غير متحللة تبدي تعدد لوني ضعيف يتراوح من الأخضر الشاحب إلى عديم اللون ، وسطوح انفصام تامة تتراوح أبعادها بين ٠,٥ -٢ مم وهي غالباً من نوع الديوبسيد ، تتراوح نسبة تواجده في الحشوات الليرزوليتية بين ٥ -٢٥٪ ويشكل وسطياً ١٤٪ ، في حين أن نسبتها تتزايد في الحشوات البيروكسينيتية حيث تتراوح هنا في مجال كبير ٤ -٦٩٪ وتشكل وسطياً ٥٥٪ . يتواجد فلز الأورثوبيروكسين عل شكل بلورات وجهية إلى تحت وجهية تتراوح أبعادها بين ٠,٥ - ٣مم غير فاسدة غالبا و تتميز بسطوح انفصام مكتملة تتراوح نسبة تواجده في الحشوات الليرزوليتية بين ١٣ –٣٧٪ و تبلغ وسطيا ٢٣٪، يتناقص في الحشوات البيروكسينيتية حيث تتراوح نسبته ٢ -١٠٪ وتبلغ وسطياً.٥٪.

عند إسقاط التركيب الفلزي الحقيقي لحشوات المعطف العلوي على المخطط التصنيفي OPx-Ol-CPx (Streckeisen,1976) نجد أنها تنتشر في القطاعات المخصصة للصخور الليرزوليتية والصخور البيروكسينيتيه (شكل - ٦).

يشاهد فلز السبينيل في جميع الحشوات المدروسة كفلز ثانوي يتوضع بين المكونات الفلزية الرئيسة الأخرى، تبدي حبيباته الناعمة شكلاً كسينومورفياً تأخذ في الحشوات الليرزوليتية ألواناً بنية (بيكوتيت) بينما تأخذ عند تواجدها في الحشوات

البيروكسينيتية ألواناً خضراء زيتية (هرسينيت) ، تتراوح نسبة تواجده بين < ٠,٣ – ١٠ ٪ ويشكل وسطياً حوالي ٣٪.

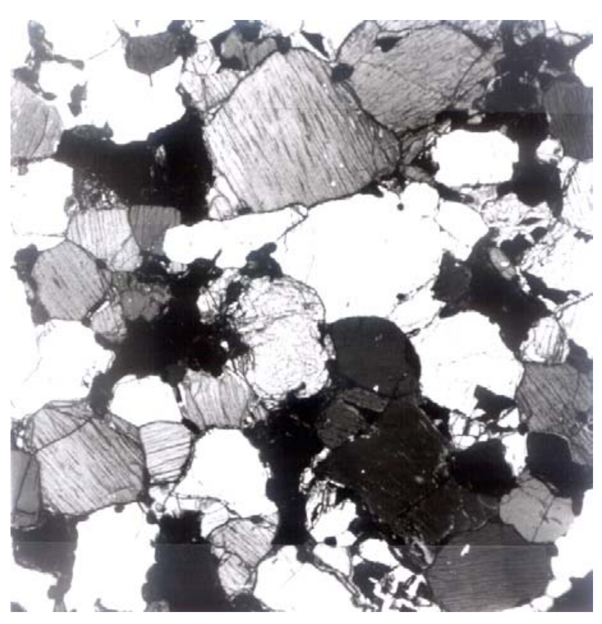
شوهد فلز الهورنبلند البني - البرتقالي المصفر في بعض الحشوات، يظهر تعدداً لونياً واضحاً يتراوح بين البني القاتم و البرتقالي المصفر و تتراوح نسبته بين < ٠,٣ – ٦٪ و يشكل وسطياً ١,٢٪ من الحجم الكلي.

بتروغرافيا حشوات أسفل القشرة الأرضية:

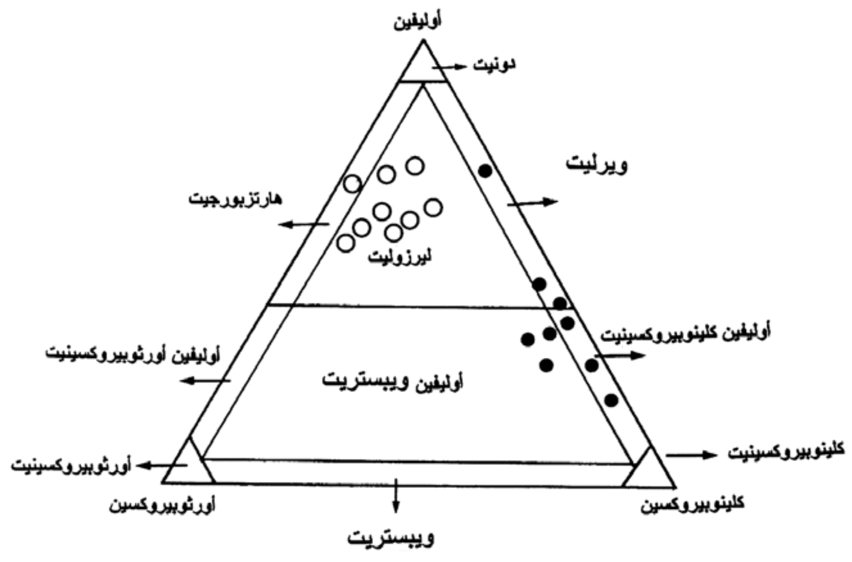
تساهم حشوات أسفل القشرة الأرضية بتقديم معلومات هامة تعكس طبيعة تركيب وبنية القشرة الأرضية: (Rudnick,1992) ; (Stosch et al., 1986) ; (Griffin and O'Reilly, 1987) ; (Dostal et al.1980) ; (Selverston and Stern, 1983) ; (Rudnick et al.,1986) ; (Griffin et al., 1987a;b) ; (Kay and Kay, 1981) ;(Okrusch, et al.,1979) ; (Dodge et al., 1986) ; (Loock et al., 1990) (Downes et al., 1990)

تبدو جميع الحشوات المدروسة مسطحة الحواف مستديرة إلى تحت زاوية ومتآكلة الجوانب ، تتراوح أبعاد أقطارها بين ٢ - ٨ سم ، وتبدي تنضداً غنايساً بمقاييس ميلي مترية مع بنية غرانوبلاستية واضحة (شكل -٧) ، تظهر معظم الحشوات تقريباً نسيجاً غرانوليتياً متساوي الحبيبية وأحياناً نسيجاً تراكمياً ينتج من تجمع بقايا بلورات زاوية من الأورثوبيروكسين تحيط ببلورات نامية موزائيكية البنية من البلاجيوكلاز.

تتألف حشوات أسفل القشرة الأرضية من الفلزات الرئيسة التالي : كلينوبيروكسين، أورثوبيروكسين و بلاجيوكلاز إضافة إلى فلزات : الماغنيتيت، الإيلمنيت وأحياناً الكروميت، الروتيل، الأباتيت و السبينيل الأخضر (هرسينيت) كفلزات ثانوية، بعض الحشوات تحتوي على كميات ضئيلة ومحددة من الزجاج



شكل ٥ : حشوة بيروكسينيت، بنية حبيبية ، عينة D-2، تكبيرX16 ، مع محلل(+).



شكل٦ : المخطط التصنيفي OPx-Ol-CPx لتصنيف حشوات المعطف العلوي (البيروكسينيت و الليرزوليت) (Streckeisen,1976).

البركاني الأصفر يتمركز غالباً على طول حدود الحبات الفلزية ويحيط غالباً بفلز البيروكسين كما يبدي هالات تفاعل قاتمة سوداء، تتميز حشوات أسفل القشرة عادة عن حشوات المعطف العلوي باختفاء فلز الأوليفين و الغارنت وإن تواجدا فعلى شكل فلزات ثانوية وبنسبة محدودة.

تتراوح نسبة فلز الكلينوبيروكسين بين ٤٠ - ١٥٪ ويشكل وسطياً ٣٢٪ بينما تتراوح نسبة فلز الأورثوبيروكسين بين ٢٠ - ١٢٪ ويشكل وسطياً ١٦٪ من الحجم الكلي للحشوة ، في حين تتراوح نسبة البلاجيوكلاز بين ٦٠ - ٤٠٪ ويشكل وسطياً حوالي ٥٠٪ من تركيب الحشوة الفلزي ، كما تتفاوت نسبة الأنورتيت في البلاجيوكلاز بين ٧٥ - ٥٥٪ ، و تتراوح نسبة تواجد الفلزات المعدنية بين ٢ - ٥ ٪ وتشكل وسطياً حوالي ٣٪. لوحظ في العديد من الحشوات القشرية ظاهرة تناوب في التوزع الفلزي للبيروكسين و البلاجيوكلاز يظهر على شكل أشرطة ميلي مترية ١ -٢مم سوداء إلى بنية قاتمة (غنية بالبيروكسين) تتناوب مع أشرطة أخرى فاتحة اللون بيضاء إلى زهرية (غنية بالبلاجيوكلاز). نجد عند إسقاط هذه العينات على المخطط ثلاثي الرؤوس Ol -Pg - Px (Streckeisen,1976) أنها ذات تركيب قاعدي غابروئيدي (شكل – ٨).

التركيب الكيميائي للفلزات المدروسة :

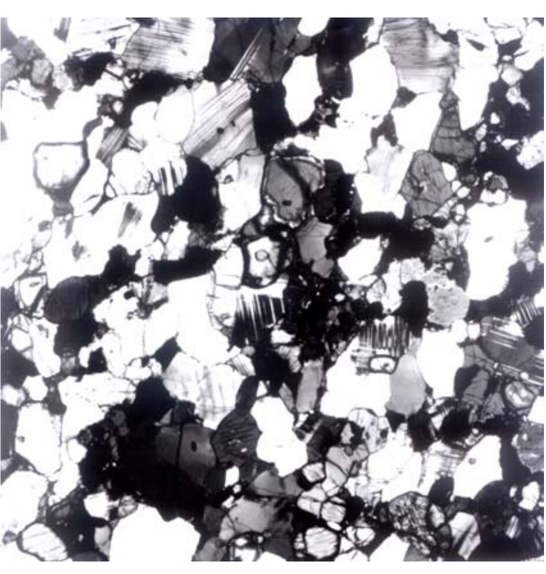
تم تحويل جميع القياسات النقطية لكل فلز من الفلزات المدروسة (الأوليفين ، الأورثوبيروكسين، الكلينوبيروكسين، الغارنت، السبينل و البلاجيوكلاز) إلى قيم أوكسيدية بالنسبة المئوية ومن ثم إلى مقادير كاتيونية موزعة طبقاً للصيغة الكيميائية للبنية البلورية لفلزي البلاجيوكلاز على أساس ثمانية ذرات من الأوكسجين و على أساس أربع ذرات أوكسجين بالنسبة للبنية البلورية لفلزي السبينل

و الأوليفين وست ذرات أوكسجين بالنسبة للبنية البلورية لفلزي الأورثوبيروكسين و الكلينوبيروكسين و ذلك باستخدام برنامج حاسوبي.

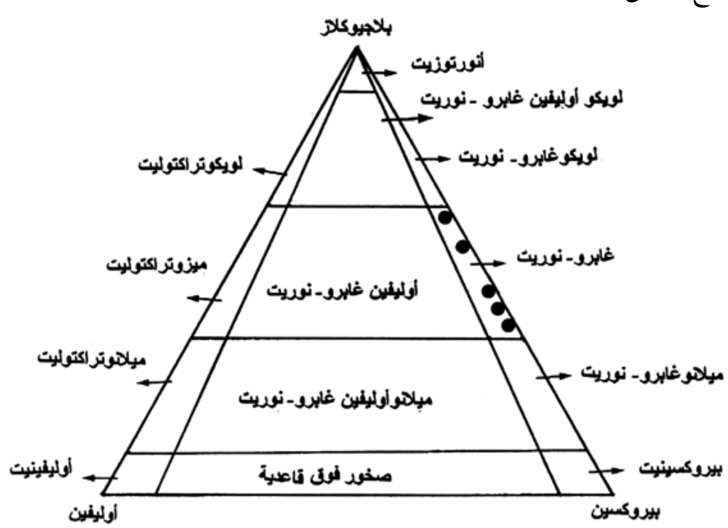
أوضحت نتائج التركيب الكيميائي لفلزات حشوات أسفل القشرة الأرضية وحشوات المعطف العلوي المدروسة تشابها كبيرا مع التراكيب الكيميائية لفلزات حشوات البراكين و الانسكابات البركانية الأخرى في سوريا (Medaris and Syada,1998;1999) وحشوات الأردن (Nasir,1992;1995) والمملكة العربية السعودية (Camp et al.,1991) ; (Camp and Roobol,1992); (McGuire, 1988 a,b) وتتميز بالخصائص التالية:

الأوليفين : يتميز فلز الأوليفين المتواجد في الحشوات الليرزوليتية (D-8,D-10,D-13,D-15,D-21) بارتفاع نسبة المغنيزيوم تتراوح بين ٤٥,٦٦ -٤٩,٨٥، كما تتراوح نسب مركباته الرئيسة في المجال ($Fo_{86.2-90.3}$-$Fa_{9.4-13.5}$) ، يبلغ متوسط محتواه من أو كسيد الكالسيوم كنسبة وزنية ٠,١٣٪، كما يتراوح الرقم المغنيزي(X_{Mg}) بين 86.5-90.5، حيث [X_{Mg} =(100. MgO/(MgO+FeO))]. تتراوح قيم أو كسيد النيكل كنسبة وزنية بين ٠,٤٤ -٠,٥٧٪ وتشكل قيمة وسطية ٠,٥٢٪ وهي قيمة مرتفعة نسبياً عن الحشوات البيريدوتيتية المحددة من مناطق مختلفة من العالم (Wedepohl,1975);(Franz et al.,1997).

الأورثوبيروكسين (البيروكسين المستقيم): يتسم أيضا بارتفاع نسبة المغنيزيوم حيث تتراوح بين ٣١,٩٥ -١٩,٢١ وهو من نوع الكلينوانستاتيت . تتراوح نسبة مركباته في حشوات الليرزوليت بين ($Ca_{2.6-3.3}$,$Mg_{84.8-86.9}$,$Fe_{9.9-12.6}$) ويبلغ متوسط محتوى أو كسيد الألمنيومAl_2O_3 = ٤,٣٧ ٪ يقابل بارتفاع واضح في محتوى أو كسيد الكروم Cr_2O_3 = ٠,٣٨٠٪ وينعكس هذا على الرقم الكرومي الذي يبلغ $X_{Cr\ 4.76-6.03}$.



شكل ٧ : حشوة غابرو، بنية أولية متساوية الحبيبية ، عينة D-24، تكبيرX16 ، مع محلل(+)



شكل ٨ : المخطط التصنيفي ثلاثي الرؤوس Ol -Pg - Px لتصنيف حشوات أسفل القشرة الأرضية (Streckeisen,1976).

حيث [X_{Cr}=(100. Cr_2O_3/(Cr_2O_3+AL_2O_3))] ، كما يتراوح الرقم المغنيزي بين X_{Mg} $_{85.5-90.4}$ (جدول -٣). تزداد مركبة الانستاتيت في الحشوات البيروكسينيتية وتظهر التركيب التالي ($Ca_{2.4-3.2}$,$Mg_{85.7-87.1}$,$Fe_{10.4-11.7}$) ويزداد متوسط محتوى أوكسيد الألمنيومAl_2O_3 = ٥,٩٥٪ و الذي يقابل بانخفاض كبير في محتوى أوكسيد الكروم Cr_2O_3 = ٠,١٠٥٪ ، وينعكس هذا بالتالي على الرقم الكرومي $X_{Cr\ 0.43-1.77}$، كما يتراوح الرقم المغنيزي بين $X_{Mg\ 87.9-90.2}$. في الحشوات الغابروئيدية المتشكلة أسفل القشرة الأرضية تنخفض المركبة الانستاتية المغنيزية بشكل واضح وترتفع مقابلها المركبة الحديدية وتتميز بتركيبها التالي($Ca_{1.8-3.2}$,$Mg_{57-74.6}$,$Fe_{23.3-41.2}$)، هذا وينخفض كل من متوسط محتوى أوكسيد الألمنيومAl_2O_3 = ٢,٧٦ ٪ والرقم المغنيزي الذي يتراوح بين $X_{Mg\ 57.1-74.9}$.

الكلينوبيروكسين (البيروكسين المائل): يتوافق التركيب الكيميائي لفلز الكلينوبيروكسين لجميع الحشوات المقتلعة من الجزء العلوي للمعطف الأرضي مع التركيب الكيميائي للديوبسيد ، والذي ينطبق على التركيب الكيميائي لفلز الكلينوبيروكسين لحشوات الجزء السفلي للقشرة الأرضية عدا العينات D-19,D-24 حيث يكون لتركيب الكلينوبيروكسين تركيباً مماثلاً لفلز الأوجيت (جدول -٤) . تتراوح نسبة مركباته في حشوات الليرزوليت في المجال بين ($Ca_{45.9-46.5}$,$Mg_{48.2-49.3}$,$Fe_{4.2-5.6}$) ويبلغ متوسط محتوى أوكسيد الألمنيومAl_2O_3 = ٦,١٨٪ يقابل بارتفاع واضح في محتوى أوكسيد الكروم Cr_2O_3 = ٠,٦٩٠ ٪وينعكس هذا على الرقم الكرومي $X_{Cr\ 5.43-7.55}$ ، كما يتراوح الرقم المغنيزي بين $X_{Mg\ 86.2-90.4}$. في الحشوات البيروكسينيتية.

يظهر فلز الكلينوبيروكسين التركيب التالي ($Ca_{44.6-46.3}$,$Mg_{48.3-49.7}$,$Fe_{4.6-6.1}$) ويزداد متوسط محتوى أوكسيد الألمنيومAl_2O_3 = ٦,٣٠ ٪ مقابل انخفاض واضح في محتوى أوكسيد الكروم Cr_2O_3 = ٠,٢١٥ ٪، وينعكس هذا على الرقم الكرومي $X_{Cr\ 1.80-2.75}$، كما يتراوح الرقم المغنيزي بين $X_{Mg\ 88.6-90.2}$. يتميز فلز

الكلينوبيروكسين المتواجد في الحشوات الغابروئيدية المتشكلة أسفل القشرة الأرضية بتركيبه التالي($Ca_{42.9-47.2}$,$Mg_{36.9-46.1}$,$Fe_{9.1-18.8}$) وينخفض كل من متوسط محتوى أوكسيد الألمنيوم Al_2O_3 = ٣,٣٨ ٪ و الرقم المغنيزي الذي يتراوح بين $X_{Mg\ 67-79.1}$ ويشكل وسطيا X_{Mg}٧٥,٧٨ .

الغارنت: يتسم التركيب الكيميائي لفلز الغارنت بتجانسه والمدى المحدود في تنوعه(جدول -٢) و يتصف فلز الغارنت المرافق للحشوات البيروكسينيتية أنه من نوع الغارنت الألومينية المغنيزية ويكون أقرب ما يمكن بتركيبه الغارنت من نوع البيروب ويتراوح محتوى مركباته في المجال ($Pyp._{68-74}$,$Alm._{14-18}$,$Grs._{14}$) . كما يتميز برقم مغنيزي عالي نسبياً يتراوح بين $X_{Mg\ 79.8-85.9}$. ورقم كرومي منخفض قيمته $X_{Cr\ 0.05}$.

السبينل: يتباين التركيب الكيميائي لفلز السبينل (جدول -٢) المرافق للحشوات الليرزوليتية عن السبينل المرافق للحشوات البيروكسينيتية، يتصف الأول بتركيب ($Spl._{76-82}$,$Hc._{15-20}$,$Mcr._{3-4}$) مع نسب وزنية منخفضة من متوسط أوكسيد الألمنيومAl_2O_3 = ٥٨,٤٠ ٪ ونسب منخفضة من أوكسيد المغنيزيوم تقدر وسطياً بـ MgO = 21.22 % يقابلها رقم مغنيزي يتراوح بين $X_{Mg\ 77.4-83.2}$ مع رقم كرومي مرتفع يتراوح بين $X_{Cr\ 9.26-10.22}$ ، و يتصف الثاني بتركيب ($Spl._{76-95}$,$Hc._{3-21}$,$Mcr._{2-3}$) مع نسب وزنية مرتفعة من متوسط أوكسيد الألمنيومAl_2O_3 = ٦٣,٩٠ ٪ ونسب مرتفعة أيضاً من أوكسيد المغنيزيوم تقدر وسطياً بـ MgO =٢٢,٣٣ % يقابلها رقم مغنيزي يتراوح بين $X_{Mg\ 76.1-84.2}$ مع رقم كرومي منخفض يتراوح بين $X_{Cr\ 0.10-4.01}$.

البلاجيوكلاز: يتراوح تركيب فلز البلاجيوكلاز المتواجد في حشوات أسفل القشرة الأرضية ذات الطبيعة والتركيب الغابروئيدي في المجال ($Ab._{24-42}$,$An._{57-76}$,$Or._{0-1}$) أي أنه من نوع أنديزين -لابرادوريت (جدول -٢).

جدول (٢)

نتائج تحليل فلز الغارنت،السبينل،الأوليفين والبلاجيوكلاز للحشوات الصخرية الليرزوليتية ،البيروكسينيتية و الغابروئيدية

Min. Xeno.Typ Samp.No.	Gar. Pyx. D-1	Gar. Pyx. D-2	Gar. Pyx. D-5
wt.%			
SiO_2	42.15	42.44	42.94
TiO_2	0.01	0.01	0.01
Al_2O_3	23.82	23.79	24.7
Cr_2O_3	0.18	0.13	0.2
FeO	7.9	8.71	5.98
Fe_2O_3	0.00	0.00	0.00
MnO	0.31	0.33	0.2
NiO	0.00	0.00	0.00
MgO	19.22	19.2	20.18
CaO	5.48	5.66	5.47
Na_2O	0.00	0.00	0.00
K_2O	0.00	0.00	0.00
Tot.	99.1	100.2	99.7
Cations(O=8)			
Si	3.01	3.008	3.003
Ti	0.001	0.001	0.001
AL	2.005	1.988	2.036
Cr	0.01	0.007	0.011
Fe^{+2}	0.473	0.516	0.35
Fe^{+3}	0.00	0.00	0.00
Mn	0.019	0.02	0.021
Mg	2.046	2.024	2.105
Ca	0.419	0.43	0.447
Na	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00
X_{Mg}	81.4	79.8	85.9
X_{Cr}	0.50	0.37	0.54
Endmembers			
Pyp.	70	68	74
Alm.	16	18	14
Grs.	14	14	14

Min. Xeno.Typ Samp.No.	Spl. Lhz. D-8	Spl. Lhz. D-9	Spl. Pyx. D-6	Spl. Pyx. D-7	Spl. Pyx. D11
wt.%					
SiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO_2	0.02	0.1	0.1	0.1	0.02
Al_2O_3	58.43	58.36	62.68	65.8	63.2
Cr_2O_3	9.92	8.88	3.9	0.1	2.98
FeO	7.98	10.78	11.6	8.4	9.68
Fe_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.06	0.2	0.1	0.22	0.2
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	21.88	20.55	20.56	24.88	21.54
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot.	98.3	98.9	98.9	99.5	97.6
Cations(O=4)					
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.002	0.002	0.00	0.002	0.00
AL	1.782	1.79	1.895	1.928	1.914
Cr	0.203	0.183	0.079	0.002	0.061
Fe^{+2}	0.173	0.183	0.249	0.175	208
Fe^{+3}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	1E-04	0.004	0.002	0.005	0.004
Mg	0.844	0.797	0.786	0.922	0.825
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X_{Mg}	83.2	77.4	76.1	84.2	80.0
X_{Cr}	10.22	9.26	4.01	0.10	3.07
Endmembers					
Spl.	82	76	76	89	95
Hc.	15	20	21	8	3
Mcr.	3	4	3	3	2

Min. Xeno.Typ Samp.No.	Oli. Lhz. D-8	Oli. Lhz. D-10	Oli. Lhz. D-13	Oli. Lhz. D-15	Oli. Lhz. D21
wt.%					
SiO_2	40.38	41.28	41.33	41.66	41.35
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	12.88	10.77	9.18	9.42	9.22
Fe_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.31	0.28	0.21	0.25	0.31
NiO	0.55	0.56	0.57	0.44	0.48
MgO	45.66	48.1	48.78	49.85	48.79
CaO	0.14	0.13	0.14	0.12	0.12
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot.	99.9	101.1	100.2	101.7	100.3
Cations(O=4)					
Si	1.005	1.003	1.007	١.00	1.008
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	0.268	0.222	0.187	0.191	0.188
Fe^{+3}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.007	0.006	0.004	0.005	0.006
Mg	1.694	1.745	1.773	1.786	1.722
Ca	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.017	0.017	0.018	0.013	0.015
X_{Mg}	86.5	88.9	90.5	90.5	90.5
X_{Cr}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Endmembers					
Fo.	86.2	88.7	90.3	90.3	90.2
Fa.	13.5	11	9.4	9.5	9.5
Mtc	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3

Min. Xeno.Typ Samp.No.	Plag. Gab. D-19	Plag. Gab. D-20	Plag. Gab. D-24	Plag. Gab. D-26	Plag. Gab. D-33
wt.%					
SiO_2	54.5	53.2	48.9	51.4	49.8
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al_2O_3	29.35	30.04	33.55	31.1	31.87
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe_2O_3	0.20	0.3	0.27	0.18	0.25
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	11.65	12.64	15.15	14.05	14.9
Na_2O	4.75	4.15	2.6	3.45	2.97
K_2O	0.09	0.06	0.05	0.07	0.09
Tot.	100.5	100.4	100.5	100.3	99.9
Cations(O=8)					
Si	2.446	2.398	2.22	2.331	2.275
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AL	1.552	1.596	1.795	1.662	1.716
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	0.007	0.01	0.009	0.006	0.009
Fe^{+3}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.56	0.611	0.737	0.683	0.729
Na	0.413	0.363	0.229	0.303	0.263
K	0.005	0.003	0.003	0.004	0.005
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X_{Mg}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X_{Cr}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Endmembers					
Ab	42	37	24	31	26
An	57	63	76	69	73
Or	1	0	0	0	1

حيث: $[X_{Mg} = (100.\ MgO/(MgO+FeO))]$ و $[X_{Cr} = (100.\ Cr_2O_3/(Cr_2O_3+AL_2O_3))]$.

جدول (٣)

نتائج تحليل فلز الأورثوبيروكسين (البيروكسين المستقيم) للحشوات الصخرية الليرزوليتية البيروكسينيتية و الغابروئيدية

Min. Xeno.Typ Samp.No.	Opx. Pyx. D-1	Opx. Pyx. D-2	Opx. Pyx. D-5	Opx. Pyx. D-6	Opx. Lhz. D-8	Opx. Lhz. D-10	Opx. Lhz. D-13	Opx. Lhz. D-15	Opx. Gabbro D-19	Opx. Gabbro D-20	Opx. Gabbro D-24	Opx. Gabbro D-26	Opx. Gabbro D-33
wt.%													
SiO_2	54.25	54.11	53.7	53.88	56.2	53.51	53.67	54.88	52.1	53.11	52.25	51.76	51.18
TiO_2	0.03	0.11	0.08	0.09	0.05	0.11	0.18	0.19	0.04	0.04	0.23	0.18	0.11
Al_2O_3	5.96	5.53	6.11	6.18	3.76	4.43	4.11	5.18	3.9	2.62	2.74	3.27	1.25
Cr_2O_3	0.16	0.13	0.09	0.04	0.36	0.33	0.39	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	6.94	6.26	7.75	7.88	6.54	8.16	9.35	6.08	19.58	16.14	16.63	17.67	25.97
Fe_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.12	0.15	0.03	0.12	0.18	0.25	0.33	0.15	0.34	0.39	0.43	0.44	0.43
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	31.69	31.95	31.56	31.85	31.59	31.3	30.56	31.65	23.37	26.78	25.45	24.44	19.21
CaO	0.76	0.7	0.88	0.67	0.78	0.76	0.81	0.97	0.81	0.56	0.78	0.93	0.73
Na_2O	0.08	0.09	0.12	0.08	0.07	0.11	0.12	0.07	0.06	0.00	0.04	0.07	0.03
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot.	100.0	99.0	100.3	100.8	99.5	99.0	99.5	99.6	100.2	99.6	98.6	98.8	98.9
Cations(O=8)													
Si	1.878	1.886	1.862	1.86	1.947	1.894	1.894	1.901	1.911	1.928	1.939	1.915	1.948
Ti	0.001	0.003	0.002	0.002	0.001	0.003	0.005	0.005	0.001	0.001	0.006	0.003	0.005
AL	0.243	0.227	0.25	0.251	0.154	0.183	0.171	0.211	0.169	0.112	0.118	0.058	0.017
Cr	0.004	0.004	0.002	0.001	0.01	0.009	0.011	0.012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	0.201	0.182	0.225	0.227	0.19	0.24	0.276	0.176	0.601	0.49	0.506	0.551	0.831
Fe^{+3}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.004	0.004	0.001	0.004	0.005	0.007	0.01	0.004	0.011	0.012	0.013	0.014	0.014
Mg	1.636	1.66	1.631	1.639	1.632	1.639	1.608	1.634	1.278	1.449	1.382	1.343	1.096
Ca	0.028	0.026	0.033	0.025	0.029	0.029	0.031	0.036	0.032	0.022	0.03	0.037	0.03
Na	0.005	0.006	0.008	0.005	0.005	0.007	0.008	0.005	0.003	0.001	0.004	0.005	0.002
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X_{Mg}	89.2	90.2	88.0	87.9	89.7	87.3	85.5	90.4	68.2	74.9	73.4	71.3	57.1
X_{Cr}	1.77	1.55	0.98	0.43	6.03	4.76	5.98	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Endmembers													
%Ca	2.6	2.5	3.2	2.4	2.9	2.6	2.6	3.3	3.2	2.1	2.4	3.2	1.8
%Mg	85.7	87.1	86.4	87	86.6	86.9	84.8	86.8	65.2	74.6	72.4	70	57
%Fe	11.7	10.4	10.4	10.6	10.5	10.5	12.6	9.9	31.6	23.3	25.2	26.8	41.2

حيث: $[X_{Mg} = (100. MgO/(MgO+FeO))]$ و $[X_{Cr} = (100. Cr_2O_3/(Cr_2O_3+AL_2O_3))]$.

جدول (٤)

نتائج تحليل فلز الكلينوبيروكسين (البيروكسين المائل) للحشوات الصخرية الليرزوليتية ، البيروكسينيتية و الغابروئيدية

Min. Xeno.Typ Samp.No.	CPx. Pyx. D-1	CPx. Pyx. D-2	CPx. Pyx. D-5	CPx. Pyx. D-6	CPx. Lhz. D-8	CPx. Lhz. D-10	CPx. Lhz. D-13	CPx. Lhz. D-15	CPx. Gab. D-19	CPx. Gab. D-20	CPx. Gab. D-24	CPx. Gab. D-26	CPx. Gab. D-33
wt.%													
SiO_2	51.85	52.15	51.62	51.82	53.85	51.15	50.42	51.32	51.70	51.55	50.80	50.85	50.36
TiO_2	0.12	0.16	0.17	0.19	0.22	0.46	0.67	0.49	0.22	0.31	0.12	0.46	0.35
Al_2O_3	6.34	5.93	6.71	6.22	5.34	6.43	5.71	7.22	3.13	2.86	2.82	3.97	4.10
Cr_2O_3	0.25	0.25	0.19	0.17	0.65	0.55	0.69	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	3.11	3.59	3.14	3.28	2.91	3.71	4.54	2.98	7.20	6.88	11.12	8.12	7.50
Fe_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.08	0.09	0.05	0.06	0.08	0.19	0.25	0.16	0.16	0.20	0.21	0.15	0.26
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	15.41	15.53	16.13	15.87	15.21	14.53	15.73	14.87	15.06	14.48	12.55	13.96	14.96
CaO	21.55	21.35	21.14	22.37	20.55	20.35	21.14	19.87	21.17	21.53	21.18	21.67	21.17
Na_2O	0.78	0.67	0.85	0.66	1.18	1.67	1.10	1.33	0.65	0.48	0.52	0.70	0.51
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot.	99.5	99.7	100.0	100.6	100.0	99.0	100.3	99.1	99.3	98.3	99.3	99.9	99.2
Cations(O=8)													
Si	1.877	1.895	1.868	1.871	1.94	1.879	1.845	1.871	1.925	1.934	1.926	1.895	1.914
Ti	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006	0.013	0.018	0.013	0.006	0.009	0.005	0.013	0.081
AL	0.272	0.254	0.286	0.265	0.227	0.278	0.246	0.31	0.137	0.125	0.126	0.174	0.01
Cr	0.007	0.007	0.005	0.005	0.019	0.016	0.02	0.025	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	0.095	0.109	0.095	0.099	0.088	0.114	0.139	0.091	0.224	0.214	0.353	0.253	0.234
Fe^{+3}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.006	0.008	0.005	0.005	0.006	0.007	0.005	0.008
Mg	0.836	0.841	0.87	0.854	0.817	0.796	0.858	0.808	0.836	0.926	0.709	0.775	0.776
Ca	0.84	0.831	0.82	0.865	0.793	0.801	0.829	0.776	0.844	0.863	0.86	0.865	0.845
Na	0.055	0.047	0.06	0.046	0.082	0.119	0.078	0.094	0.047	0.035	0.038	0.051	0.037
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X_{Mg}	89.9	88.6	90.2	89.7	90.4	87.6	86.2	90.0	79.0	79.1	67.0	75.6	78.2
X_{Cr}	2.58	2.75	1.86	1.80	7.55	5.43	7.50	7.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Endmembers													
%Ca	45.6	46.3	46.2	44.6	46.1	45.9	46.5	46.3	47.2	45.6	44.7	42.9	44.1
%Mg	48.3	49.1	48.4	49.7	48.7	48.5	49.3	48.2	42.5	45.3	36.9	44.8	46.1
%Fe	6.1	4.6	5.4	5.7	5.2	5.6	4.2	5.5	10.30	9.10	18.40	12.30	9.80

حيث: [X_{Mg} =(100. MgO/(MgO+FeO))] و [X_{Cr}=(100. Cr_2O_3/(Cr_2O_3+AL_2O_3))].

الدراسة الجيوكيميائية للحشوات :

تم صياغة محتوى التركيب الكيميائي لحشوات الجزء العلوي من المعطف الأرضي الليرزوليتية و البيروكسينيتية كذا حشوات أسفل القشرة الأرضية الغابروئيدية من العناصر الكيميائية الرئيسة (أكاسيد عنصرية مقدرة بالنسبة المئوية٪) والعناصر الكيميائية الشحيحة والنادرة (مقدرة كجزء من المليون ppm) في الجدول (٥).

جيوكيميائية حشوات المعطف العلوي (حشوات البيريدوتيت السبينيلي و حشوات البيروكسينيت):

على الرغم من أن الحشوات الصخرية البيريدوتيتية الليرزوليتية و البيروكسينيتية تتألف من ثلاثة فلزات رئيسة فقط هي الأوليفين، الأورثوبيروكسين و الكلينوبيروكسين والتي تمثل بتجمعها معاً نتاجاً مباشراً للانصهار الجزئي لمواد الجزء العلوي من المعطف الأرضي إلا أنها تبدي تباينات كبيرة في محتواها من العناصر الكيميائية الرئيسة و الشحيحة .

يتراوح محتوى أوكسيد المغنيزيوم في عينات الليرزولية المدروسة MgO = 36.4-47.66 ٪ ويشكل وسطياً MgO = 40.8٪ كنسبة وزنية ، تنخفض هذه القيم في الحشوات الصخرية البيروكسينيتية لتتراوح في المجال بين MgO = 15.8-26.31 ٪ ويشكل وسطياً MgO = 20.8٪.كما يتراوح الرقم المغنيزي للحشوات الليرزوليتية في المجال بين $X_{Mg\ 84.2\text{-}90.9}$ ويبلغ وسطياً $X_{Mg\ 89.3}$ ينخفض في الحشوات البيروكسينيتية حيث يتراوح بين $X_{Mg\ 79.4\text{-}89.9}$ ويبلغ وسطياً $X_{Mg\ 84.5}$. و عليه فإن التشكل و الانفصال المبكر للفلزات القاتمة الغنية بعنصر المغنيزيوم من الصهارة المهلية سيؤدي إلى تشكل صخور فوق قاعدية ذات طبيعة ليرزوليتية - هارتزبورجيتية و دونيتية قد يتم اقتلاعها ونقلها من الأعماق للسطح مع المصهور البازلتي البركاني (Nixon,1987).

تتراوح نسبة أوكسيد عنصر السيليكون في الحشوات الليرزوليتية بين SiO_2 =40.2-44.47 % وتشكل قيمة وسطية تقدر بـ٤١,٩ % . ترتفع قيم أوكسيد عنصر السيليكون في الحشوات البيروكسينيتية لتتراوح في المجال بين SiO_2 43.45-51.73 % كما تشكل قيمة وسطية تساوي ٤٦,٧ % .

تتراوح العلاقة بين Al/Si للحشوات الصخرية الليرزوليتية في المجال بين 0.03-0.13 لترتفع بشكل ملحوظ وواضح في الحشوات البيروكسينيتية لتتراوح في المجال بين 0.17-0.38 وهذه العلاقة تكون مرتبطة بشكل وثيق عكسياً مع العلاقة بين Mg/Si والتي تتراوح في الحشوات الليرزولية في المجال بين 1.06-1.50 لتنخفض بشكل واضح في الحشوات البيروكسينيتية و تتراوح بين 0.42-0.75 .

إن ارتفاع نسبة أوكسيد عنصر الكالسيوم الوزنية في الحشوات البيروكسينيتية والذي يتراوح في المجال بينCaO = 7.85-16.83 % مقارنة مع محتواه المنخفض نسبياً في الحشوات الصخرية الليرزوليتية والذي يتراوح في المجال بين CaO= 0.46-3.65 % ، ينعكس بشكل مباشر على العلاقات العنصرية التالية: تكون قيم العلاقة CaO/MgO منخفضة في الحشوات الليرزولية و تتراوح بين 0.01-0.109 ، لترتفع في الحشوات البيروكسينيتية و تتراوح بين 0.288-1.008 ، أيضاً العلاقة CaO/ Al_2O_3 تكون منخفضة نسبياً في الحشوات الصخرية الليرزوليتية و تتراوح بين 0.42-0.96 ، ترتفع في الحشوات البيروكسينيتية لتتراوح في المجال بين 0.81-1.95 .

يتضح من (الشكل : ٩أ و ٩ب) مخطط العلاقة بين أوكسيد عنصر المغنيزيوم MgO والعناصر الكيميائية الرئيسة والشحيحة والنادرة وجود علاقة ارتباط خطية سلبية بين أوكسيد المغنيزيوم وجميع العناصر الكيميائية النادرة مثل: (Yb,La,Sm,Y,Nd,Ce,Nb) .وأيضاً مع أكاسيد العناصر الكيميائية الرئيسة التالية: $CaO, Al_2O_3, K_2O, Na_2O$ بينما لا يظهر أوكسيد عنصر الكروم Cr_2O_3 علاقة واضحة

جدول (٥)

نتائج تحليل العناصر الكيميائية الرئيسة بـــ % والشحيحة بـــ ppm للحشوات الصخرية الليرزوليتية ،البيروكسينيتية و الغابروئيدية

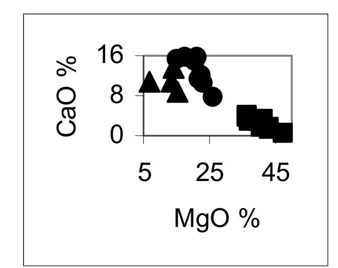
Samp.No. Xeno.Typ	D-1 Pyx.	D-2 Pyx.	D-3 Pyx.	D-4 Pyx.	D-5 Pyx.	D-6 Pyx.	D-7 Pyx.	D-11 Pyx.	D-12 Pyx.	D-8 Lhz.	D-9 Lhz.	D-10 Lhz.	D-13 Lhz.	D-14 Lhz.	D-15 Lhz.	D-16 Lhz.	D-17 Lhz.	D-21 Lhz.	D-19 Gab.	D-20 Gab.	D-24 Gab.	D-26 Gab.	D-33 Gab.
wt.%																							
SiO_2	45	43.45	47.12	51.61	44.2	51.73	45.16	46.8	45.35	42.67	43.95	43.9	44.47	40.2	43.75	42.42	43.68	40.9	44.86	45.92	43.1	45.99	39
TiO_2	0.23	0.2	1.32	0.32	0.59	0.35	1.43	0.12	1.06	0.47	0.26	0.05	0.64	0.78	0.15	0.17	0.04	0.07	1.37	1.4	4.25	1.44	5.52
Al_2O_3	10.41	14.6	11.26	7.54	11.08	7.77	8.33	9.42	10.61	2.8	2.63	3.4	4.68	4.77	6.27	3.24	4.11	1.04	12.81	13.68	16	12	15.3
Fe_2O_3	0.52	1.25	5.3	0.86	3.17	0.75	2.79	4.27	0.83	1.85	1.34	1.39	1.79	5.16	0.8	3.42	4.1	3.98	3.32	3.25	11.18	8.23	10.64
FeO	5.45	5.14	2.32	3.41	3.85	4.71	7.64	3.7	7.28	7.18	6.5	7.38	6.46	7.7	6.0	5.17	5.55	5.16	7	5.91	2.64	6.78	0.28
MnO	0.16	0.15	0.15	0.12	0.14	0.17	0.15	0.12	0.14	0.14	0.13	0.15	0.14	0.18	0.1	0.14	0.14	0.13	0.18	0.16	0.18	0.21	0.1
MgO	21.4	22.57	15.18	20.63	17.84	22.32	26.31	17.9	23.16	43.41	43.21	39.55	36.4	36.56	37.33	41.73	41.06	47.66	14.34	14.22	7.0	15.09	13.69
CaO	15.53	11.83	15.3	14.73	16.83	11.27	7.58	15.8	10.25	1.45	1.39	2.64	3.97	3.65	2.99	3.12	1.71	0.46	13.59	13.57	10.66	8.9	10.8
Na_2O	0.83	0.37	1.66	0.75	0.75	0.73	0.63	0.66	0.23	0.23	0.13	0.19	0.47	0.49	0.13	0.2	0.05	0.04	0.73	1.33	3.28	1.24	2.3
K_2O	0.09	0.09	0.39	0.3	0.07	0.03	0.23	0.2	0.22	0.06	0.04	0.04	0.63	0.03	0.02	0.28	0.18	0.03	0.28	0.13	0.39	0.13	1.5
P2O5	0.03	0.10	0.32	0.19	0.09	0.17	0.37	0.04	0.31	0.07	0.06	0.03	0.07	0.04	0.09	0.27	0.04	0.04	0.27	0.26	0.11	0.04	0.07
H2O	0.2	0.25	0.22	0.10	0.36	0.25	0.22	0.45	0.25	0.20	0.20	0.22	0.30	0.25	0.20	0.32	0.20	0.2	0.35	0.25	0.84	0.71	0.3
Tot.	99.9	100	100.5	100.6	99	100.3	100.8	99.5	99.7	100.5	99.8	98.9	100	99.8	97.8	100.5	100.9	99.7	99.1	100.1	99.6	100.8	99.5
X_{Mg}	86.7	86.6	79.4	89.9	82.7	88.2	82.3	81.0	83.8	89.8	91.0	89.2	89.0	84.2	90.9	90.1	88.9	90.7	72.1	74.3	49.8	65.7	71.4
ppm																							
Sr	12	222	341	41	103	44	925	12	544	89	88	18	128	69	278	5	0	9	372	226	124	238	613
V	214	205	217	259	328	221	83	250	142	44	45	57	98	92	32	58	55	97	271	229	182	510	163
Zr	22	22	139	24	22	28	177	49	147	45	56	49	73	95	36	8	9	11	188	90	145	60	39
Cr	4626	2504	4400	3800	2213	1973	3206	2737	2974	2564	2636	2532	4680	3804	2575	2365	3651	2121	2508	2340	2423	3415	1980
Ni	1800	1030	2550	2600	2360	580	2124	2054	2056	2318	2083	2290	2006	1986	1412	1997	2045	1523	1356	1815	1552	2827	664
Co	56	57	70	58	59	65	117	221	76	160	161	130	146	185	124	182	229	245	103	92	74	136	114
Nb	4.5	3.6	5.2	7.2	3.8	4.2	6.2	4.3	5.4	0.87	0.98	0.83	1.05	0.94	1.23	0.96	0.86	1.32	9.0	6.0	5.0	7.0	11
Y	13	15	18	16	15	10	12	16	14	5.0	6.1	4.2	5.1	3.8	7.1	5.2	4.5	4.9	36	23	18	20	22
La	3.2	2.7	3.5	3.1	2.8	2.9	4.1	2.9	3.7	0.98	0.88	0.55	0.62	0.46	0.52	0.74	0.48	0.74	4.22	5.1	6.62	3.52	7.48
Ce	7.6	8.3	6.3	5.9	6.4	7.1	8.3	6.3	7.4	2.23	2.22	1.5	1.86	3.11	2.96	2.56	3.45	2.74	11.12	15.2	15.26	8.12	13.8
Nd	5.3	4.8	3.9	5.1	3.7	5.6	6.1	5.2	4.5	1.16	1.13	1.88	0.98	1.53	1.67	0.87	0.92	1.08	12.6	9.8	12.1	14.2	9.4
Sm	0.87	1.32	0.92	1.35	0.89	1.47	1.57	1.51	1.23	0.31	0.29	0.18	0.17	0.22	0.2	0.19	0.21	0.24	1.97	2.74	2.65	2.05	3.53
Yb	0.41	0.32	0.29	0.33	0.37	0.42	0.38	0.36	0.33	0.2	0.21	0.15	0.18	0.21	0.28	0.26	0.26	0.2	1.3	1.98	1.9	1.8	2.52
La/Yb	7.8	8.4	12.1	9.4	7.6	6.9	10.8	8.1	11.2	4.9	4.2	3.7	3.4	2.2	1.9	2.8	1.8	3.7	3.2	2.6	3.5	2.0	3.0

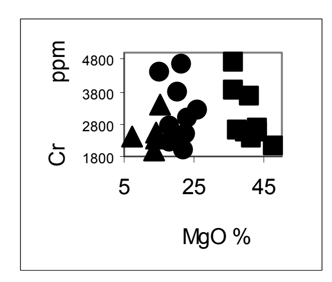
حيث: [X_{Mg} =(100. MgO/(MgO+FeO))] و [X_{Cr}=(100. Cr_2O_3/(Cr_2O_3+AL_2O_3))].

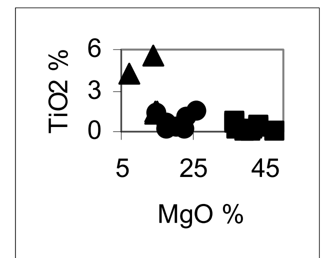
مع MgO ويمكن إعادة ذلك إما بسبب إحلال جزء من عنصر الكروم في فلز الكلينوبيروكسين "الديوبسيد الكرومي" أو في فلز السبينيل الكرومي أو بسبب الانفصال المبكر لجزء منه من الصهارة المهلية ثقالياً على شكل فلز الكروميت . يتضح أيضاً وجود علاقة ارتباط خطية إيجابية بين أوكسيد المغنيزيوم و عنصر الكوبالت. تتراوح قيمة العلاقة La/Yb في الحشوات الصخرية البيريدوتيتية الليرزوليتية بين 1.8-4.9 و التي ترتفع بشكل واضح في الحشوات البيروكسينيتية لتتراوح في المجال بين 7.6-12.1. كما يلاحظ ارتفاع لجميع قيم العناصر الكيميائية النادرة Y,La , Ce , Nd , Sm في الحشوات البيروكسينيتية عنها في الحشوات الليرزوليتية (جدول ٥).

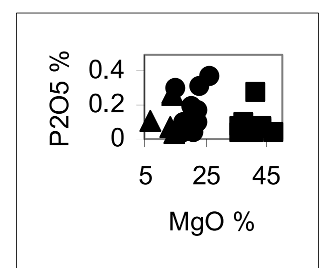
جيوكيميائية حشوات أسفل القشرة الأرضية:

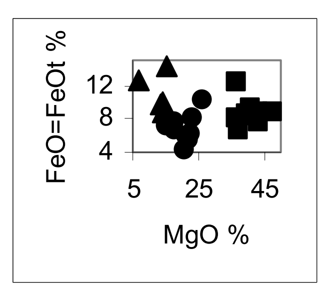
تتباين التراكيب الكيميائية لحشوات أسفل القشرة الأرضية في مجال واسع (جدول - ٥) كما أنها تتباين بشكل واضح وكبير عن حشوات الجزء العلوي للمعطف الأرضي (الشكل : ٩أ – ٩ب) فالنسبة MgO/SiO_2 تكون منخفضة في حشوات القشرة الأرضية وتتراوح بين 0.16-0.32 تزداد قيمتها في الحشوات البيروكسينيتية وتتراوح بين 0.40-0.56 و ترتفع في الحشوات الليرزوليتية لتتراوح في المجال 0.82-1.17. يكون الحال مشابهاً أيضاً في النسبة MgO/Al_2O_3 حيث تكون منخفضة في حشوات القشرة الأرضية وتتراوح قيمتها بين 0.44-1.26 في حين أنها تتراوح في الحشوات البيروكسينيتية بين 1.35-3.16 وفي الحشوات الليرزوليتية بين 5.95-45.83.

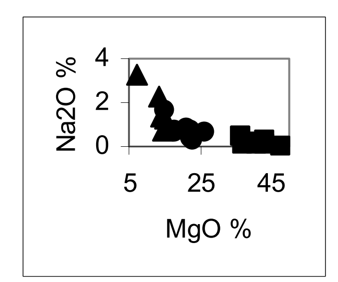


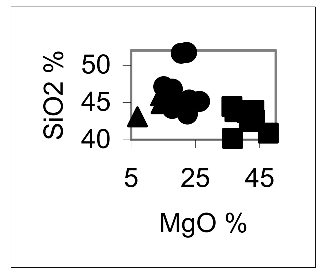


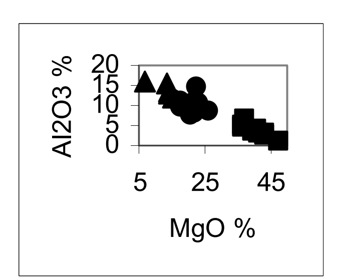




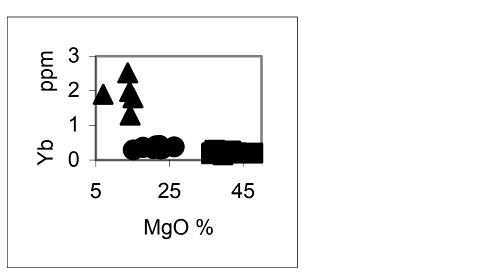


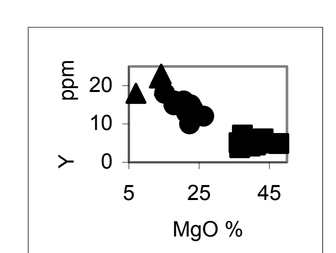


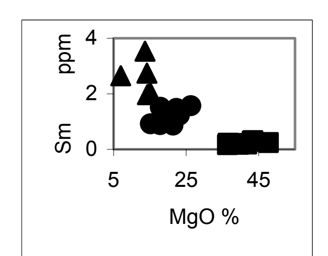


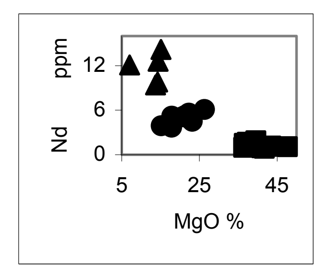


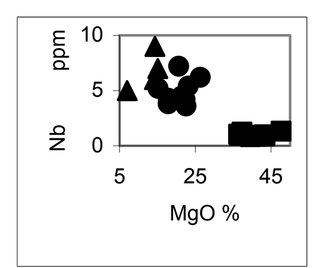
شكل ٩ أ: مخططات مقارنة المتغايرات الكيميائية لبعض أكاسيد العناصر الكيميائية الرئيسة مع أوكسيد عنصر المغنيزيوم (■ : ليرزوليت، ● : بيروكسينيت، ▲ :غابرو)

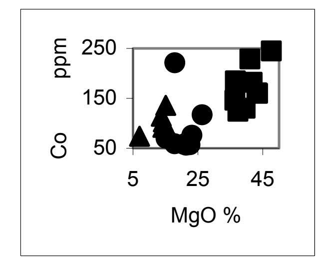


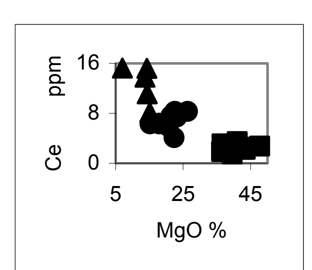






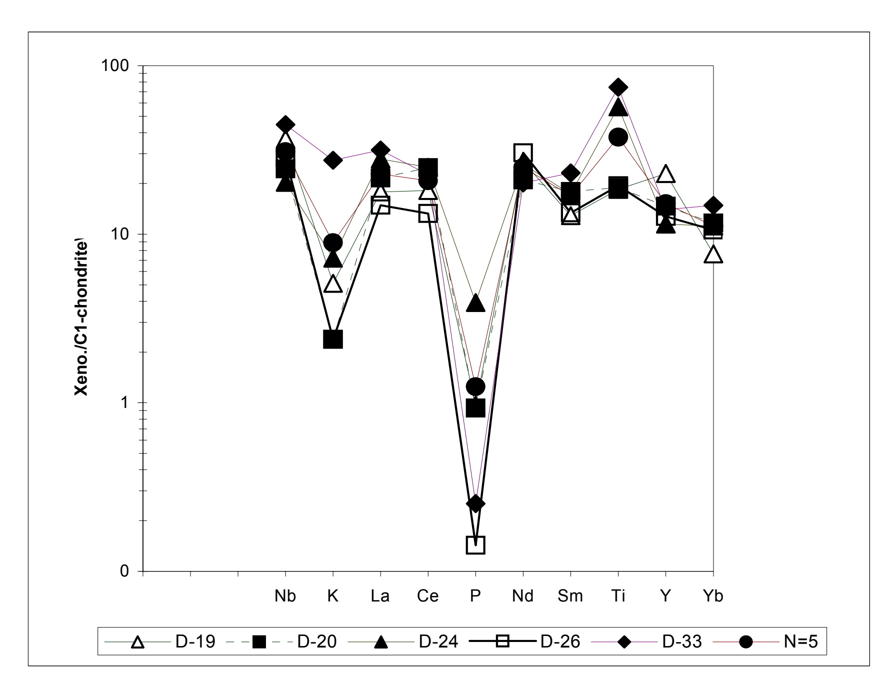






شكل ٩ ب: مخططات مقارنة المتغايرات الكيميائية لبعض العناصر الكيميائية الشحيحة و النادرة مع أوكسيد عنصر المغنيزيوم (■ : ليرزوليت، ● : بيروكسينيت، ▲ :غابرو).

نجد لدى مقارنة محتوى حشوات أسفل القشرة الأرضية الغابروئيدية المدروسة من العناصر الكيميائية النادرة مثل: (Nb ,La , Ce , Nd , Sm , Y , Yb) والعناصر الكيميائية الرئيسة مثل : (K , P ,Ti) مع تلك الموجودة في الكوندريت (Sun and McDonough,1989) اغتنائها بهذه العناصر عدا العينتين D 26 - و D-33 اللتين تظهران افتقاراً محسوساً في عنصر الفوسفور (شكل - ١٠) . أيضاً لدى إسقاط محتوى العناصر الكيميائية الرئيسة و الشحيحة و النادرة لهذه الحشوات على مخططات (SiO_2 (Miyashiro and Shido,1975 مقابل FeO^*/MgO و SiO_2 مقابل Cr و مخططات (P_2O_5 (Winchester and Floyd,1976 مقابل Zr و Nb / Y مقابل Zr / P_2O_5 تتمركز في القطاعات المخصصة للصخور القاعدية المهلية ثولوئيتية الطبيعة.



شكل ١٠: يبين الشكل مضاهاة بعض العناصر الكيميائية للحشوات الغابروئيدية مع محتواها في الكوندريت

تقدير حرارة وضغط التشكل للحشوات:

أ - تقدير حرارة (جيوتيرموميتر) التشكل للحشوات المدروسة:

تعتمد معظم المخططات الجيوتيرموميترية على نوعين من المعايير:

يعتمد النوع الأول على مقدار الانحلالية المتوازنة بين فلزي الكلينوبيروكسين .CPx والأورثوبيروكسين .OPx أو التبادل الأيوني المتزن للعناصر الكيميائية بينهما ، وينتمي لهذا النوع كل من معايير:

(Wells,1977) ; (Mysen,1973) ; (Hensen ,1973) ; (Boyd and Nixon,1973) ; (Bertrand and Mercier,1985); (Brey and Koehler,1990); (Berchova,1996).

يعتمد النوع الثاني على التبادل الأيوني المتوازن للعناصر الكيميائية بين فلزين أو أكثر، وينتمي لهذا النوع كل من المعايير الجيوحرارية التالية :

- مخطط (Witt-Eickschen and Seck,1991) المعتمد على تغير محتوى عنصر الألمنيوم في فلز الأورثوبيروكسين المتوازن مع فلزي الأوليفين و السبينل.
- مخطط (Ellis and Green,1979) المعتمد على تبادل عنصر الحديد مع عنصر المغنيزيوم بين فلزي الغارنت و الكلينوبيروكسين.
- مخطط (Powell,1985) المعتمد على تبادل عنصر الحديد مع عنصر المغنيزيوم بين فلزي الغارنت و الكلينوبيروكسين.
- مخطط (Krogh-Ravna,2000) المعتمد على تبادل عنصر الحديد مع عنصر المغنيزيوم بين فلزي الغارنت و الكلينوبيروكسين.
- مخطط (Harly,1984a) المعتمد على تبادل عنصر الحديد مع عنصر المغنيزيوم بين فلزي الغارنت و الأورثوبيروكسين.
- مخطط (Balhaus et.al.,1991a;b) المعتمد على تبادل عنصر الحديد مع عنصر المغنيزيوم بين فلزي الأوليفين و السبينل.
- مخطط (Sachtleben and Seck,1981) المعتمد على تغير محتوى عنصر الكالسيوم في فلز الأورثوبيروكسين.

- مخطط (Witt-Eickschen and Seck,1991) المعتمد على تبادل عنصر الكروم مع عنصر الألمنيوم بين فلزي الأورثوبيروكسين و السبينل.

تم استخدام أربعة معايير جيوحرارية في هذه الدراسة وتم صياغة قيم درجات حرارة التشكل بالدرجة المئوية م° لحشوات الجزء العلوي من المعطف الأرضي الليرزوليتية والبيروكسينيتية و كذلك حشوات الجزء السفلي للقشرة الأرضية الغابروئيدية في الجدول (٦) والذي بين تطابق حقول القيم الحرارية لتشكل كل مجموعة حشوية، حيث تتشكل الحشوات الليرزوليتية في مجال حراري يتراوح بين ٩١٥ -١٠٦٠ م° ، ويتراوح بالنسبة للحشوات البيروكسينيتية بين ٩٤٥ – ١٠٣٥ م° ، تنخفض هذه القيم بالنسبة للحشوات الغابروئيدية لتتراوح في المجال بين ٨٢٠ – ٩٥٠ م°.

ب - تقدير ضغط (جيوباروميتر) التشكل للحشوات المدروسة:

يعتبر تحديد ضغط التشكل للحشوات الصخرية أمراً صعباً و لا يمكن تحقيقه بشكل دقيق لهذا يعتمد كثير من الباحثين لدى تقديرهم درجات ضغط التشكل على سحنات التوازن الفلزي للمترافقات الفلزية ، حيث يعتبر تواجد فلز الغارنت في الحشوات الليرزوليتية مؤشراً هاماً لبدء القيم المرتفعة للضغط و التي تبدأ عند ضغط ١٩ كيلوبار عند درجة حرارة ١١٠٠ م° بينما يعتبر تشكل فلز البلاجيوكلاز مؤشراً ضرورياً للانتقال إلى سحنات توازن فلزية منخفضة تبدأ بضغط ٨ كيلوبار وفي درجة حرارة ١١٠٠ م° . أعطت الحشوات البيروكسينية المدروسة على مخطط (Wood,1974) ضغط تشكل تراوح في المجال بين ١٣,٥ – ١٤ كيلوبار.

كما أنه ليس من السهل تقدير ضغط تشكل حشوات الجزء السفلي للقشرة الأرضية ذات الطبيعة الغابروئيدية الخالية بشكل عام من فلز الغارنت، لذا يعتمد في تقديره على مقارنة المترافقات الفلزية و تحديد درجات ثبات الطور بالنسية لها خاصة

عند انتقالها لسحنة الصخور الايكلوجيتية ; (Green and Ringwood,1967) ;(Wood,1987). أوضح (Irving,1974) ; (Ito and Kennedy,1971) ; (Herzberg,1987) أنه في حال غياب فلز الأوليفين يسود ضغط تشكل ٦ كيلوبار وبشروط حرارية مرافقة تصل لـ٨٠٠ م° ، بينما يقتضي غياب فلز الغارنت ضغطاً يتراوح بين ٩ -١٠ كيلوبار عند درجة حرارة ١١٠٠ م° ، لذا يمكن الافتراض أنه وضمن الشروط الحرارية المفترضة لتشكل الحشوات الغابروئيدية المدروسة ساد ضغط تراوح بين ٦ – ٨ كيلوبار وعمق تشكل تراوح بين ٢٠ –٢٧ كم .

جدول (٦)

قيم حرارة و ضغط تشكل الحشوات المدروسة.

نوع المخطط	حشوات الجزء العلوي من المعطف الأرضي								حشوات الجزء السفلي من القشرة الأرضية				
	حشوات الليرزوليت				حشوات البيروكسينيت				الحشوات الغلبروئيدية				
	D8	D10	D13	D21	D1	D2	D5	D6	D19	D20	D24	D26	D33
نوعي البيروكسين Wells,1977	1015	1020	915	1015	980	1005	1010	945	940	945	855	865	950
نوعي البيروكسين Brey & Koehler,1990	1040	1050	930	1060	980	1025	1010	925	865	935	875	820	825
محتوى عنصرالـ Ca في OPx. Brey & Koehler,1990	1010	995	1015	1050	985	970	1025	960					
محتوى عنصرالـ Ca في OPx. Sachtleben & Seck,1981	1010	1015	1030	1060	1005	975	1035	985					
Wood,1974					14	14.5	13.5		8 - 6				

وبشكل عام يمكن القول أن هذه النتائج (القيم الجيوضغطية و الجيوحرارية) للحشوات المدروسة تتشابه مع القيم والمجالات الحرارية المحددة في دراسات سابقة من قبل العديد من الباحثين. فلقد حدد(Sharkov et.al.,1989) للحشوات الليرزوليتية المدروسة من تل دنون ضغط تشكل تراوح بين ١٠ - ٢٠ كيلوبار عند شروط حرارة تشكل حددها (Turkmani ,1995) بالنسبة لحشوات الليرزوليت السبينيلى في المجال بين ٩٣٢ -١٠٥٥ م° و لحشوات الهارتزبورجيت ٩٤٨ - ١١١٥ م° و لحشوات الوبيستريت ٩٨٢ - ١١٤٠ م° ،أما بالنسبة للحشوات الليرزوليتية المنتشرة في تل الأشاعر فقد حدد (Medaris and Syada,1998) ضغط تشكل يصل لـ ١٨,٨ كيلوبار مع حرارة مرافقة تتراوح بين ١٠٠٠ - ١٠٥٠ م° وعمق تشكل مفترض تراوح بين ٤٠ -٦٠ - كيلومتر، أما بالنسبة للحشوات البيروكسينيتية المنتشرة في ذات الموقع فقد حدد (Medaris and Syada, 1999) ضغط تشكل تراوح بين ١١,٥ - ١٣,٨ كيلوبار وحرارة تراوحت في المجال بين ٩٧٠ - ١٠٤٠م° .

كذلك تم تحديد شروط حرارة تشكل الحشوات الليرزوليتية المدروسة في تل خنفة في المجال بين ٩٢٥ - ١١٢٥ م° مع ضغط تشكل تراوح بين ١٥ - ٢٠ كيلوبار وعمق تشكل مفترض تراوح بين ٣٠ - ٦٠ كيلومتر (Syada et al.,1996).

حدد(Nasir and Al - Fugha,1988) شروط تشكل حرارية للحشوات الصخرية الليرزوليتية السبينيليتية المأخوذة من تل أرثين تتراوح بين ٩٢٥ - ١٠٢٥م° وعمق تشكل افتراضي يصل إلى ٣٧ كيلومتر، وتم تحديد مجالات حرارية وضغطية للحشوات المأخوذة من عدة مواقع من البراكين الأردنية (Nasir et al.,1992) تتراوح بالنسبة للحشوات البيروكسينيتية بين (١١ - ١٣ كيلوبار للضغط ، ٩٤٠ - ١٠٢٠م ° للحرارة) وللحشوات الليرزوليتية (١٢ - ١٨ كيلوبار للضغط ، ٩٢٠ - ١٠٣٠ م° للحرارة) وللحشوات الغابروئيدية الطبيعة بين (٥ -١١ كيلوبار للضغط ، ٧٧٥ - ٨٠٠ م° للحرارة عند عمق افتراضي يتراوح بين ١٧ -٣٥كيلومتر).

References:

1. Abu-Aljarayesh, I., Mahmood, S.,Nasir, S., (1993): Magnetic study on lower crustal and upper mantle xenoliths from northeast Jordan. Abhath Al-Yarmouk, Pure Sci. and Eng., 2,41 – 54.
2. Balhaus , C. , Berry , R . F . and Green , D.H.,(1991a) : High pressure experimenteal calibration of the olivine – orthopyroxene - spinel oxygen geobarometer : implications for the oxidation state of the upper mantle : Contrib . Mineral . Petrol ,v.107,p.27-40.
3. Balhaus , C., Berry , R . F . and Green , D . H . , (1991b): High pressure experimenteal calibration of the olivine – orthopyroxene - spinel oxygen geobarometer : implications for the oxidation state of the upper mantle : Contrib . Mineral . Petrol , v.108,p.384.
4. Barberi, F., Capaldi, G., Gasperini, P., Marinelli, G., Santacroce, R., Treuil, M., Varet, J. (1980): Recent basaltic volcanism of Jordan and its implications on the geodynamic history of the Dead Sea shear Zone. in "Geodynamic evolution of the Afro-Arabian Rift system". Accademia Nazionale dei Lincei Rome. 667-683.
5. Berchova , V. , (1996) : Experimentelle Orthopyroxen – Klinopyroxen - Thermobarometrie im CaO-MgO-Al2O3-SiO2-H2O(CMASH). Dr . Rer . Nat . Thesis , Univ . – System Muenchen.
6. Bertrand ,P. and Mercier,J.C.C., (1985): The mutual solubility of coexisting ortho-and cliopyroxene:toward and absolute gethermometer for the natural system?:Earth Planet.Sci.Lett.,v.76,p.109-122.
7. Brey, G.P. and Koehler, T., (1990): Geothermometry in four-phase I. Lherzolites, II. New thermobarometers, and practical assessment of existing thermometers. J. Petrol., 31, 1353-1378.
8. Boyd,F.R., and Nixon ,P.H., (1973): Structure of the upper mantle beneath Lesotho . Carnegie Inst.Wash.year book,v.72.p.431-445.
9. Camp, V.E. and Roobol , M.J., (1989): The Arabian continental alkali basalt provinces: Part I Evolution of Harrat Rahat, Kingdom of Saudi Arabia. Geol. Soc. Am. Bull., 101, 71-95.
10. Camp, V.E. and Roobol, M.J. (1992): The Arabian continental alkali basalt province, part III. Evolution of the Harrat Kishb, Kingdom of Saudi Arabia. *Geological Society of America* Bulletin 104 , 379-396.
11. Camp, V.E., Roobol, M.J., and Hooper , R.J. (1991): The Arabian continental alkali basalt province, part II. Evolution of the Harrats Khaybar, Ithnayn and Kura, Kingdom of Saudi Arabia. *Geological Society of America Bulletin* 103 , 363-391.

12. Capan, U. Z., Vidal PH. and Cantagrel, J. M. (1987): K-Ar, Nd, Sr and Pb isotopic study of quaternary volcanism in Karasu valley (Hatay), N-end of Dead Sea Rift zone in SE-Turkey. Yerbilimleri, 14, 165-178.
13. Coleman, R.G., Gregory, R.T., Brown , G.F. (1983): Cenozoic volcanic rocks of Saudi Arabia. Saudi Arabian Deputy Minist. Mineral Res. Open File Rep. USGS-OF- 3-93, 82p.
14. Dodge, F.C., Calk, L.C., Kistler, R.W. (1986): Lower crustal xenoliths, Chinees Peak lava flow, central Sierra Nevada. J.Petrol., 27, 1277-1304.
15. Dostal, J., Dupuy, C., Leyreloup, A. (1980): Geochemistry and petrology of meta-igneous granulitic xenoliths in Neogene volcanic rocks of the Massif Central, France- Implication for the lower crust. Earth Planet Sci. Lett., 50, 31-49.
16. Downes, H., Dupuy, C., Leyreloup, A.F. (1990): Crustal evolution of the Hercynian belt of Western Europe: evidence from lower-crustal granulitic xenoliths (French Massif Central). Chemical Geol . , 83, 209-231.
17. Dutria,J.M. and Girod,M.,(1987): Cenozoic volcanism associated with swells and rifts : In Nixon,P.H..,ed.,Mantle Xenoliths:New York,John Wiley and Sons,p.195-214.
18. Ellis,D.J., and Green,D.H.,(1979): An experimental study of the effect of Ca upon garnet - clinopyroxene Fe - Mg exchange equilibria : Contrib . Mineral . Petrol ,v.71,p.13-22.
19. Franz,L.,W.Seifert, and W.Kramer.,(1997): Thermal evolution of the mantle underneath the Mid-German Cristalline Rise:evidence from mantle xenoliths from the Rhoen area(Central Germany),Mineralogy and Petrology,v.61,p.1-25.
20. Frey, F.A., and Prinz, M., (1978): Ultramafic inclusions from San Carlos, Arizona: petrogenesis and geochemical data bearing on their petrogenesis. Earth Planet. Sci. Lett., 38: 129-176.
21. Griffin, W.L., Sutherland, F.L. and Hollsi, J.D., (1987a): Geothermal profile and crust-mantle transition beneath east-central Queensland: volcanology, xenolith petrology and seismic data. J. Volcanol. Geotherm. Res. 31:177-203.
22. Griffin, W.L. and O'Reilly, S.Y. (1987): The composition of the lower crust nature of the continental Moho-xenolith vidence. in "Mantle xenoliths", P.H. Nixon, ed. Wiley, Chichester, 413-420.
23. Griffin, W.L., Sutherland, F.L., Hollis, J.D. (1987b): Geothermal profile and crust-mantle transition beneath the east-central Queensland: Volcanology, xenolith petrology and seismic data. J.Volcanology and Geothermal Res., 31, 177-203.
24. Green, D.H. and Ringwood, A.E. (1967): An experimental investigation of gabbro to eclogite transformation and its petrological applications. Geochimica Cosmochemica Acta 31, 767- 833.

25. Harly,S.L.,(1984a): An experimental study of the partitioning of Fe and Mg between garnet and orthopyroxene:Contrib.Mineral.Petrol.,v.86,p.359-373.
26. Henjes-Kunst, F., Altherr, R., Baumann, A. (1990): Evolution and composition of the lithospheric mantle underneath the western Arabian Peninsula: constraints from Sr-Nd isotope systematics of mantle xenoliths. Contrib. Mineral. Petrol., 105, 406-427.
27. Hensen ,B.J.(1973):Pyroxenes and garnets as geothermometers and barometers.Carnegie Inst.Wash.Year-book,v.72,p.527-534.
28. Herzberg, C.T. (1987): Pyroxene geothermometry and geobarometry: expermental and thermodynamic evalutation of some subsolidus phase relations in volving pyroxenes in the system CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2. Geochim.Cosmochim. Acta , 75, 75-84.
29. Irving, A.J. (1974): Geochemical and high pressure experimental studies of garnet pyroxenite and pyroxene granulite xenoliths from Delegate basaltic pipe, Australia. J.Petrol., 15, 1-40.
30. Ito, K. and Kennedy, G.C. (1971): An experimental study of the basalt-garnet granulite-eclogite transition. in "The structure and physical properties of the earth's crust", J.G. Heacock, ed. Am. Geophys. Union Monograph., 14, 303-314.
31. Kay, R.W. and Kay, S.M., (1981): The nature of the lower crust: inferences from geophysics, surface geology, and crustal xenoliths. Rev. geophys. Space phys.,19, 271-297.
32. Krogh – Ravna ,E .(2000): The garnet-clinopyroxene Fe^{2+}- Mg eothermo- meter : an updated calibration,J.metamorphic Geol.,v.18,p.212-219.
33. Kuo, L.C. and Essene, E.J. (1986): Petrology of spinel harzburgite xenoliths from the Kishb Plateau, Saudi Arabia. Contrib. Mineral. Petrol., 93, 335-346.
34. Loock, G., Stosch, H.G., Seck, A.A., (1990): Granulite facies lower crustal xenoliths from the Eifel, West Germany: Petrological and geochemical aspects. contrib. Mineral. Petrol., 105. 25-41.
35. McGuire, A.V. (1988a): Petrology of mantle xenoliths from Harrat al Kishb: the mantle beneath Western Saudi Arabia. Journal of Petrology 29, 73-92.
36. McGuire, A.V. (1988b): The mantle beneath the Red Sea margin: xenoliths from western Saudi Arabia. Tectonophysics 150, 101-119.
37. Medaris,L.G.,Jr., and Syada, M.G.,(1998): Spinel peridotite xenoliths from Al-Ashaer volcano,Syria:A contribution to the elemental composition and thermal state of subcontinental Arabian Lithosphere : Int . Geol . Rev . , v . 40 ,p.305-324.
38. Medaris,L.G.,Jr., and Syada, M.G.,(1999): Pyroxenite Xenoliths from Al-Ashaer volcano,Syria:Constraints on the thermal state of subcontinental Arabian Lithosphere:Int.Geol.Rev.,v.41,p.895-905.

39. Miyashiro,A. and Shido, F., (1975): Tholeiitic and calc-alcali series in relation to the behaviors of titanium ,vanadium , chromium , and nikel . In : Amer .J.Sc.-new Haven 275.p.265-277.
40. Mouty, M., Delaloye, M., Fontignie, D. Piskin, O., and Wagner, J.J. (1992): The volcanic activity in Syria and Lebanon between Jurassic an Actvel. Schweiz Mineral. Petrogr. Mitt. 72, 91-105.
41. Mysen,B.O.(1973):Melting in a hydrous phase relation of mantle peridotites with controlled water and oxygen fugacities.Carnegie Inst.Wash.year book,v.72.p.467-477.
42. Nasir, S. (1990): K-Ar age determination and volcanological evolution of the northwestern part of the Arabian Plate. Europ. J. Mineral., 2, Beiheft, 1, 188.
43. Nasir, S. (1992): The lithosphere beneath the northwestern part of the Arabian plate (Jordan): evidence from xenoliths and geophysics. Tectonophysics, 201, 357-370.
44. Nasir, S. (1994): Geochemistry and petrogenesis of Cenozoic volcanic rocks from the northwestern part of the Arabian continental alkali basalt province, Jordan. Africa Geoscience Review 1, 455-467.
45. Nasir, S. (1995): Mafic lower crustal xenoliths from the northwestern part of the Arabian Plate. European Journal of Mineralogy, 7, 217-230.
46. Nasir, S., and Al- Fuqha, H. (1988): Spinel Iherzolite xenoliths from the Arabian volcano, NE-Jordan. Mineralogy & Peterology 38, 127-137.
47. Nasir, S., and Mahmood, S. (1991): Oxidation of olivine in Iherzolitic xenoliths from NE-Jordan. Mu'tah Journal for Research and Studies 6, 171-182.
48. Nasir, S., Lehlooh, A., Abu-Aljarayesh, I., and Mahmood, S., (1993): Ferric iron in upper mantle Cr-spinel: a Mossbauer spectroscopic study. Chemie der Erde 53, 265-271.
49. Nasir, S. Abu-Aljarayesh, I. Mahmood, S. & Lehlooh A., (1992): Oxidation state of the upper mantle beneath the northwestern part of the Arabian lithosphere. Tectonophysics, 213, 359-366.
50. Nasir, S. and A. Safarjalani ., (1995) :Tectonic Evolution of the Shamah Volcanic Field,Northwestern part of the Arabian plate (Syria and Jordan) : Megacrysts - Xenoliths-Host Basalt Relationship ,35 th -Science Week Lattakia – Syria , Book 2 , Part 2 , 321-347 p.
51. Nasir, S., and A. Safarjalani., (2000): Lithospheric petrology beneath the northern part of the Arabian Plate in Syria: evidence from xenoliths in alkali basalts, Journal Of African Earth Sciences (30)1 pp.149-168.
52. Nixon, P.H., (1987): African-Arabian plate,introduction,in Nixon , P . H . , ed., Mantle xenoliths:New York,John Wiley and Sons,p.187-193.

53. Okrusch, M. Schroeder, B. and Schnutgen, A. (1979): Granulite-facies metabasite ejecta in the Laacher Sea area, Eifel, West Germany. Lithos, 12, 251-270.
54. Ponikarov, V. P., (Editor),(1962): Explanatory note. Geological Map of Syria Scale 1:200,000.Moscow.Thechnexport,p.141.
55. Ponikarov, V. P., (Editor), (1967): The Geological Map of Syria Scale 1:500,000. Explanatory notes. Syrian Arab Republic, Ministry of Industry, Damascus, Syria.
56. Powell, R. (1985): Regression diagnostics and regression in geo thermo- meter, geobarometer calibration: the garnet- clinopyroxene geothermometer revisted, Journal of Metamorphic Geology 3 ,231-243.
57. Quennell,A.M., (1996): The Western Arabia rift system:In Dixon,J.E.and Robertson , A.H.F. , eds. ,The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean : Geol.Soc.Special Publ.No.17.p.775-788.
58. Rudnick, R. L. McDonough, W.F. McCulloch, M. T. and Taylor, S. R. (1986): Lower crust xenoliths from Queensland, Australia: Evidence for deep crustal assimilation and fractionation of continental basalt. Geochim. Cosmochim. Acta, 50, 1099-115.
59. Rudnick, R. L. (1992): Xenoliths - Samples of the lower continental crust. in "Coninental lower crust" D. M. Fountain, R. Arculus, and R. W. Kay, eds. Elsevier, 269-316.
60. Sachtleben, T. H., and Seck, H. A. (1981): Chemical control of Al-solubility in orthopyroxene and its implications on pyroxene geothermometry. Contributions to Mineralogy and Petrology 78, 157-165.
61. Safarjalani, A., and S. Nasir., (1996) : Petrographical, Geochemical and Petrological Study of the Xenoliths associating the Basalt of (Southwest-Syria). Report On Scintific Field Study Department of Geology and Nuclear Ores (AECS),38 p.
62. Seber, D., Barazangi, M., Chaimov, T., Al-Saad. D., Sawaf, T. and Khaddour, M., (1993): Upper crustal velocity structure and basement motphology beneath the intercontinental Palmyride fold-thrust belt and north Arabian platform in Syria. Geophys. J. Int., in press.
63. Selverstone, J. and Stern, C. (1983): Petrochemistry and recrystallization of granulite xenoliths from the Pali-Aike volcanic field, Chile. Am. Mineral., 68, 1102-1112.
64. Sharkov ,E.V. Lazko, E.E., Fedosova, S.P and Khanna, S.,(1989): Deep inclusions of the Quaternary volcano Tel-Danun in southern Syria in connection with the problem of basalt magmatism .Geochemistry . No . 11 . p .1906-1923.
65. Snyder, G.A., Taylor, L., Jerde, E., Shrakov, Y., Lazko, Y and Hanna, S. (1995): Petrogenesis of garnet pyroxenite and spinel peridotite xenoliths of the

Tell-Danun alkali basalt volcano, Harrat As Shamah, Syria. International Geology Review 35:1104-1120.

66. Stosch, H.G., Lugmair, G.W., Seck, H. (1986): Geochemistry of granulite-facies lower crustal xenoliths: implications for the geological history of crust, J.R. Dawson, D.A. Carswell, J.Hall & K.H. Wedepohl, eds. Geol. Soc. Special Publ., 24M, 309-317.
67. Streckeisen ,A., (1976): To each plutonic rock its proper name.Earth Science Reviews,v.12,p.1-33.
68. Sun, S.S., and McDonough, W.F., (1989): Chemical and isotopic systematics of ocean basalts : implications for mantle composition and processes. In : SAUNDERS,A.D. and NORRY,M.J.(eds):Magmatism in the Oceanic Basins . Geol . Soc . London Spec.Publ.,42.p.313-345.
69. Syada , M.G.Turkmani, A.A. and Hatom, N.,(1996): New Localitities of ultrabasic und basic nodules accompanying the basalt of the Pliocene volcanic cones of southern Syria:Geol.Sci.Jour.,Syr.Geol.Soc.,v.6,p.5-20.
70. Turkmani, A.A., (1995) : New results about thermodynamic condition (Temperature - Pressure) in formation of the green series nodules in alkali rich-basalts in south Syria : Geol .Sci .Jour.,Syr.Geol.Soc.,v.5,p93-100.
71. Turkmani, A . A . , Elias , K .and Ghazal, F., (1996): Petrology of ultramafic rock of tel - Khenfee volcano(southwest Syria): Geol . Sci . Jour , Syr . Geol . Soc . ,v.9,p .29-42.
72. Wedepohl, K.H.(1975): The contribution of chemical data to assumptions about the origin of magmas from the mantle.Fortschr.Mineral.v52,p.141-172.
73. Wells, P.A. (1977): Pyroxene thermometry in simple and complex systems. Contrib. Mineral. Petrol., 62, 129-139.
74. Wilshire, H.G. and Shervais, J.W., (1975): Al-augite and Cr-diopside ultramafic xenoliths in basaltic rocks from western United States. Phys. Chem. Earth, 9:257-272.
75. Winchester,J.A and Floyd,P.A., (1976): Geochemical magma type discrimination appl.to altered and metamorphosed basic igneous rocks.-In:Earth plan.Ac.lett.-Amsterdam 28.-p.459-469.
76. Witt-Eickschen , G . and Seck , H . A . ,(1991) : Solubility of Ca and Al in orthopyroxene from spinel peridotite:an improved version of an empirical geothermometer : Contrib.Mineral.Petrol.,v.106,p.431-439
77. Wood, B.J., (1974): The solubility of alumina in orthopyroxene coexisting with garnet. Contrib. Mineral. Petrol., 46: 697-701.
78. Wood, B.J. (1987): Thermodynamics of multicomponent system containing several solid solutions. in "Thermodynamic Modelling of Geological Materials: Minerals, Fluids and Melts", Washington, D.C., 71-95.

Petrographical and Geochemical Study of the Basic and Ultrabasic Xenoliths Associating The Quaternary Alkali Basalts of the Shamah Volcanic Fields (Southwest - Syria)

Abdulrahman Al-Safarjalani Sobhi Nasir [*] Michael Mouty [**]

King Faisal University, College of Food and Agriculture
Al-AHasa, Kingdom of Saudi Arabia
[*] Faculty of Sciences-Department of Geology-University of Qatar, Doha-Qatar.
[**] Damascus University - Faculty of Sciences-Department of Geology
Damascus - Syria

Abstract :

Alkali basalt spread northeast part of Shamah volcanic field (southwest of Syria) belonging to the Neogene and Quaternary ages,which are coexisted with a great quantity of mafic and ultramafic xenoliths and megacrysts.

Field observations and data of geochemical and petrographical studies results, for xenoliths coexisted with alkali basalt spread over the northwest part of the Arabian plate (Syria) indicate availolility of a proper enviroment where various kinds of xenoliths of lower crustal and upper mantle were formed,this indicate that thes xenoliths have been formed under different thermobarometric conditions.

The study of available mineral paragenesis and geothermobarometrics on coexisting minerals suggest equilibration conditions,ranging between 6 - 8 Kbar. for pressure and 850 - 920^{o}C for temperature,and that is for xenolths of gabbroic nature formed in the lower crustal between 20 - 27 Km depth.With regard to the formation conditions of the xenoliths formed in the upper mantle(Pyroxenite and Lherzolite); they range between 13.5 - 14.5 Kbar. for pressure and 950 - 1060^{o}C for temperature .